



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Best Available Copy

출원 번호 :
Application Number

10-2002-0073789
PATENT-2002-0073789

출원 년 월 일 :
Date of Application

2002년 11월 26일
NOV 26, 2002

출원 인 :
Applicant(s)

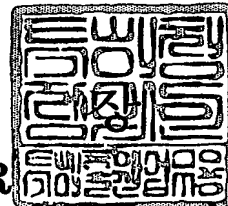
한국전자통신연구원 외 1명
Electronics and Telecommunications Research Insti



2002 년 11 월 29 일

특 허 청

COMMISSIONER



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.26
【발명의 명칭】	이동 통신 시스템에서의 하향링크 신호의 구성 방법과 동기화 방법 및 그 장치 그리고 이를 이용한 셀 탐색 방법
【발명의 영문명칭】	METHOD AND APPARATUS EMBODYING AND SYNCHRONIZING DOWNLINK SIGNAL IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEM AND METHOD FOR SEARCHING CELL USING THE SAME
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【지분】	75/100
【출원인】	
【명칭】	학교법인 중앙대학교
【출원인코드】	2-1999-024203-0
【지분】	25/100
【대리인】	
【명칭】	유미특허법인
【대리인코드】	9-2001-100003-6
【지정된변리사】	이원일
【포괄위임등록번호】	2001-038431-4
【포괄위임등록번호】	2001-042213-6
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김광순
【성명의 영문표기】	KIM,KWANG SOON
【주민등록번호】	720920-1017317
【우편번호】	305-721
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 하나아파트 109동 1203호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장경희
【성명의 영문표기】	CHANG,KYUNG HI

【주민등록번호】	620620-1067111
【우편번호】	302-772
【주소】	대전광역시 서구 둔산동 크로바아파트 104동 1409호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조용수
【성명의 영문표기】	CHO, YONG SOO
【주민등록번호】	590915-1047122
【우편번호】	137-767
【주소】	서울특별시 서초구 반포동 1-1번지 신반포3차아파트 25동 1006호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김태곤
【성명의 영문표기】	KIM, TAE GON
【주민등록번호】	730220-1042021
【우편번호】	156-830
【주소】	서울특별시 동작구 상도1동 679번지
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 유미특허법인 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	56 면 56,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	38 항 1,325,000 원
【합계】	1,410,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	705,000 원

020020073789

출력 일자: 2002/12/23

【기술이전】

【기술양도】

【실시권 허여】

【기술지도】

【첨부서류】

희망

희망

희망

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2.지분약정서[추후제출]_1통

【요약서】

【요약】

직교 주파수 분할 다중 접속 기반의 셀룰러 시스템에서, 하향링크 신호의 한 프레임이 하나의 공통 슬롯과 복수의 트래픽 슬롯으로 이루어진다. 공통 슬롯은 동기화 프리앰블과 셀 탐색 프리앰블을 포함한다. 동기화 프리앰블은 시간 및 주파수 동기를 맞추기에 적합한 구조를 가지며, 셀 탐색 프리앰블은 셀 탐색에 적합한 구조를 가진다. 그리고 트래픽 슬롯에는 시간축과 주파수축으로 분산된 파일럿 심볼이 형성되어 있다. 이때, 먼저 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스를 이용하여 초기 심볼 동기를 추정하고, 추정된 초기 심볼 동기와 동기화 프리앰블을 이용하여 프레임 동기를 한다. 다음, 동기화 프리앰블과 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 시간 및 주파수 동기를 추정한다. 그리고 시간 및 주파수 동기가 맞추어진 후 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 셀 탐색을 추정한다. 초기 동기화를 수행한 다음에, OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스를 이용하여 주파수 추적을 수행하고 동기화 프리앰블을 이용하여 심볼 동기 추적을 수행한다. 그리고 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 미세 주파수 동기를 추적한다.

【대표도】

도 1

【색인어】

OFDMA, 셀룰러, 프리앰블, 동기화, 셀 탐색, 주파수 동기, 심볼 동기, 파일럿, 주기적 프리픽스

【명세서】**【발명의 명칭】**

이동 통신 시스템에서의 하향링크 신호의 구성 방법과 동기화 방법 및 그 장치 그리고 이를 이용한 셀 탐색 방법 {METHOD AND APPARATUS EMBODYING AND SYNCHRONIZING DOWNLINK SIGNAL IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEM AND METHOD FOR SEARCHING CELL USING THE SAME}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 한 프레임의 개략적인 구조도이다.

도 2a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 개략적인 전체 구조도이다.

도 2b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 초기 심볼 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 프리앰블의 개략적인 구조도이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 프레임 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 주파수 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 심볼 동기 장치의 개략적인 블록도이다.

도 8은 본 발명의 제1 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 셀 탐색 프리앰블의 개략적인 구조도이다.

도 9 및 도 10은 각각 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 파일럿의 패턴을 나타내는 도면이다.

도 11a는 본 발명의 제2 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 개략적인 전체 구조도이다.

도 11b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 12는 본 발명의 제2 실시예에 따른 슬롯 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

도 13은 본 발명의 제3 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 트래픽 슬롯의 개략적인 구조도이다.

도 14는 도 13에서의 파일럿의 패턴과 위치를 나타낸 도면이다.

도 15는 본 발명의 제3 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 16 및 도 17은 각각 본 발명의 제4 및 제5 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크에서 인접 셀을 탐색하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 18은 본 발명의 실시예에 따른 셀 탐색 장치의 개략적인 블록도이다.

도 19 및 도 20은 각각 본 발명의 실시예에 따른 단말기의 동기화 장치의 개략적인 블록도이다.

도 21은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 기지국의 하향 링크 신호 구성 장치의 개략적인 블록도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <21> 본 발명은 이동 통신 시스템에서의 하향링크 신호의 구성 방법과 동기화 방법 및 그 장치, 그리고 이를 이용한 셀 탐색 방법에 관한 것으로, 특히 직교 주파수 분할 다중 접속(OFDMA, orthogonal frequency division multiplexing access) 방식의 셀룰러 시스템의 하향링크에 적합한 프리앰블 및 파일럿의 구조를 생성하고 이를 이용해 단말기에서 동기화와 셀 탐색을 수행하는 방법에 관한 것이다.
- <22> 일반적으로, 셀룰러(cellular) 시스템에서는 초기 동기를 위해 단말기가 기지국의 신호를 보고 시간 동기화 주파수 동기를 맞출 수 있어야 하고, 또한 셀 탐색을 수행할 수 있어야 한다. 그리고 단말기가 초기 동기를 잡은 이후에는 시간과 주파수를 추적(tracking)할 수 있어야 하며, 핸드오버(handover)를 위해 인접 셀의 시간, 주파수 동기화 및 셀 탐색을 수행할 수 있어야 한다.
- <23> 기존의 시분할 다중 접속(TDMA, time division multiplexing access) 방식의 셀룰러 시스템인 GSM이나 부호 분할 다중 접속(CDMA, code division multiplexing access)

방식의 셀룰러 시스템인 IS-95, cdma2000, W-CDMA 등에는 초기 동기화, 셀 탐색, 추적 (tracking), 인접 셀 탐색이 가능하도록 하향링크가 구성되어 있다.

<24> 예를 들어, W-CDMA에서는 256칩 길이의 P-SCH(primary synchronization channel)와 S-SCH(secondary synchronization channel)를 매 슬롯 시작점에 두어 P-SCH를 사용하여 슬롯 동기를 추정하고 S-SCH를 사용하여 스크램블링 코드 그룹 번호와 프레임 동기를 추정한다. 이때, 각 셀의 매 슬롯에 같은 패턴의 P-SCH를 사용함으로써 동기 추정에 걸리는 시간을 최소화하며, S-SCH는 64개의 다른 스크램블링 코드 그룹마다 다른 패턴을 사용하고 슬롯마다 다른 패턴을 사용함으로써 프레임 동기화 스크램블링 코드 그룹을 추정할 수 있도록 한다. 그리고 P-CPICH(primary common pilot channel)를 이용하여 스크램블링 코드 그룹 내의 8개의 다른 주요 스크램블링 코드 중 하나를 찾고, 이를 이용하여 P-CCPCH(primary common control channel)에 실린 셀 정보를 복조하여 셀의 정보를 획득함으로써 셀 탐색을 완료한다.

<25> 기존의 OFDMA 기반의 시스템으로는 디지털 오디오 방송(DAB), 디지털 비디오 방송(DVB), IEEE 802.11a, Hiperlan/2 등이 있다. 이 중 DAB는 널 심볼과 위상 기준 심볼(phase reference symbol)을 프레임 동기에 사용하고 DVB는 파일럿을 프레임 동기에 사용한다. 또한, IEEE802.11a나 Hiperlan/2에서는 프리앰블을 이용하여 하향링크 버스트(burst)의 동기를 잡도록 한다. 하지만, 기존의 OFDMA 기반의 시스템들은 셀룰러 시스템이 아니기 때문에 OFDMA 기반의 셀룰러 시스템에서 기존의 구조로 동기화 및 셀 탐색을 수행하기는 어렵다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<26> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 적은 계산량으로도 OFDMA 기반의 셀룰라 시스템에서 하향링크 동기화 및 셀 탐색을 수행할 수 있도록 하는 프리앰블과 파일럿의 구조를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<27> 본 발명에 따른 하향링크 신호 구성 장치는, 각각 제1 및 제2 프리앰블을 발생시키는 제1 및 제2 프리앰블 발생기와 파일럿 패턴을 발생시키는 파일럿 패턴 발생기를 포함한다. 제1 프리앰블은 시간 및 주파수 동기화를 위해 위상차가 180° 인 제1 및 제2 심볼로 이루어진다. 제2 프리앰블은 적어도 하나의 전송 심볼로 이루어지며 셀 탐색을 위해 복수의 셀에 대해 셀마다 고유한 패턴을 가진다. 파일럿 패턴은 시간축과 주파수축으로 분산되는 복수의 파일럿 심볼에 할당된다. 그리고 하향링크 신호의 한 프레임은 제1 및 제2 프리앰블을 가지는 제1 슬롯, 그리고 복수의 파일럿 심볼이 분산되어 있는 복수의 제2 슬롯을 포함한다.

<28> 본 발명에 따른 하향링크 신호 동기화 장치는, 초기 심볼 동기 추정기, 프레임 동기 추정기 및 시간 및 주파수 동기 추정기로 이루어지는 초기 동기 추정기와 셀 탐색기를 포함한다. 이때, 하향링크 신호의 한 프레임은, 시간 및 주파수 동기를 맞추기 위한 제1 프리앰블 및 셀 탐색을 위해 셀마다 고유한 패턴을 가지는 제2 프리앰블을 포함하는 제1 슬롯, 그리고 복수의 파일럿 심볼이 시간축과 주파수축으로 분산되어 있는 복수의 제2 슬롯을 포함한다. 초기 심볼 동기 추정기는 하향링크 신호의 주기적 프리픽스(cyclic prefix)를 이용하여 초기 심볼 동기를 추정하며, 프레임 동기 추정기는 초기 심볼 동기 추정기에서 추정된 심볼 동기 및 제1 프리앰블을 이용하여 프레임 동기를 추정

한다. 시간 및 주파수 동기 추정기는 추정된 프레임 동기와 제1 및 제2 프리앰블을 이용하여 미세 심볼 동기 및 주파수 동기를 추정한다. 그리고 셀 탐색기는 초기 동기 추정기에서 심볼 동기와 주파수 동기가 맞추어진 후 제2 프리앰블의 셀마다 고유한 패턴을 이용하여 셀 탐색을 수행한다.

<29> 본 발명에 따른 하향링크 신호의 동기화 및 셀 탐색 방법에서, 하향링크 신호의 한 프레임은 유효 심볼 길이를 가지는 제1 심볼과 제1 심볼을 180° 위상 회전시킨 심볼의 일부에 해당하는 제2 심볼을 가지는 제1 프리앰블 및 셀 탐색을 위해 셀마다 고유한 패턴을 가지는 제2 프리앰블을 포함하는 제1 슬롯, 그리고 복수의 파일럿 심볼이 시간축과 주파수축으로 분산되어 있는 복수의 제2 슬롯을 포함한다. 이 방법에 의하면, 먼저 하향링크 신호의 주기적 프리픽스와 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 지점을 심볼 타이밍으로 추정하여 초기 심볼 동기를 추정한다. 다음, 추정한 초기 심볼 동기와 제1 및 제2 심볼의 자기상관의 실수부가 음의 부호를 가진다는 특성을 이용하여 프레임 동기를 추정하고, 추정된 프레임 동기와 제1 및 제2 프리앰블을 이용하여 시간 및 주파수 동기를 추정한다. 그리고 시간 및 주파수 동기를 맞춘 후 제2 프리앰블을 이용하여 셀 탐색을 수행한다.

<30> 본 발명에 따른 인접 셀의 동기화 및 셀 탐색 방법에서, 하향링크 신호의 한 프레임은, 유효 심볼 길이를 가지는 제1 심볼과 제1 심볼을 180° 위상 회전시킨 심볼의 일부에 해당하는 제2 심볼을 가지는 제1 프리앰블 및 셀 탐색을 위해 셀마다 고유한 패턴을 가지는 제2 프리앰블을 포함하는 제1 슬롯, 그리고 복수의 파일럿 심볼이 시간축과 주파수축으로 분산되어 있는 복수의 제2 슬롯을 포함한다.

<31> 인접 셀의 동기화 및 셀 탐색 방법의 한 실시예에 따르면, 먼저 하향링크 신호의 주기적 프리픽스와 유효 심볼의 자기상관을 계산하고, 자기상관의 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 자기상관이 최대가 되는 지점을 추정하여 인접 셀의 초기 심볼 동기를 추정한다. 다음, 추정된 인접 셀의 초기 심볼 동기를 이용하여 제1 프리앰블의 자기상관을 추정하고, 추정된 자기상관의 결과에서 현재 셀의 프레임 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 자기상관의 결과가 최대가 되는 점을 추정하여 인접 셀의 프레임 동기를 추정한다. 추정된 인접 셀의 프레임 동기와 제1 및 제2 프리앰블을 이용하여 인접 셀의 시간 및 주파수 동기를 추정한다. 그리고 제2 프리앰블을 이용하여 셀 탐색을 수행하고 셀 탐색 결과에서 현재 셀에 해당하는 결과를 제외하여 인접 셀을 탐색한다.

<32> 인접 셀의 동기화 및 셀 탐색 방법의 다른 실시예에 따르면, 먼저 하향링크 신호의 주기적 프리픽스와 유효 심볼의 자기상관을 계산하고, 자기상관의 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 자기상관이 최대가 되는 지점을 추정하여 인접 셀의 초기 심볼 동기를 추정한다. 다음, 추정된 인접 셀의 심볼 동기를 이용하여 상기 셀마다 공통인 파일럿 패턴을 신호 처리하고, 신호 처리 결과에서 현재 셀의 슬롯 위치를 제외하고 신호 처리 결과를 최대가 하는 점을 선택하여 인접 셀의 슬롯 동기를 추정한다. 그리고 추정된 인접 셀의 슬롯 동기를 이용하여 제1 프리앰블의 자기상관을 추정하고, 추정된 자기상관의 결과에서 현재 셀의 프레임 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 자기상관의 결과가 최대가 되는 점을 추정하여 인접 셀의 프레임 동기를 추정한다. 다음, 추정된 인접 셀의 프레임 동기와 제1 및 제2 프리앰블을 이용하여 인접 셀

의 시간 및 주파수 동기를 추정한다. 그리고 제2 프리앰블을 이용하여 셀 탐색을 수행하고 셀 탐색 결과에서 현재 셀에 해당하는 결과를 제외하여 인접 셀을 탐색한다.

<33> 본 발명에 따른 하향링크 신호 구성 방법에 따르면, 먼저 제1 심볼과 제1 심볼에 대해 위상차가 180° 인 제2 심볼을 포함하는 제1 프리앰블을 생성하고, 복수의 셀에 대해 셀마다 고유한 패턴을 가지는 제2 프리앰블을 생성한다. 다음, 제1 및 제2 프리앰블을 하나의 제1 슬롯으로 생성한다. 그리고 복수의 파일럿 심볼을 시간축 및 주파수축을 분산시켜 배열하여 제2 슬롯을 생성한다.

<34> 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다.

<35> 이제 본 발명의 실시예에 따른 이동 통신 시스템에서의 하향링크 신호의 구성 방법과 동기화 방법 및 그 장치 그리고 이를 이용한 셀 탐색 방법에 대하여 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.

<36> 먼저 도 1을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 이동 통신 시스템의 프리앰블 및 파일럿 구조에 대해서 상세하게 설명한다.

- <37> 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 직교 주파수 분할 다중 접속(OFDMA, orthogonal frequency division multiplexing access) 기반의 이동 통신 시스템의 하향 링크 신호의 한 프레임의 개략적인 구조도이다.
- <38> 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 하향링크 신호의 한 프레임은 N_p 개의 슬롯(10, 20)을 포함하며, 한 개의 슬롯(10, 20)은 N_s 개의 심볼로 이루어진다. N_p 개의 슬롯(10, 20) 중 하나의 슬롯(10)이 공통 슬롯이며 나머지 N_p-1 개의 슬롯(20)이 트래픽 슬롯이다.
- <39> 공통 슬롯(10)의 앞 부분에는 T_p 길이를 가지는 프리앰블(100)이 있으며, 프리앰블(100)은 T_{ps} 의 길이를 가지는 동기화 프리앰블(110)과 $T_{pc}(=T_p-T_{ps})$ 의 길이를 가지는 셀 탐색 프리앰블(120)로 이루어진다. 동기화 프리앰블(110)은 시간 및 주파수 동기를 맞추기에 적합한 구조를 가지며, 셀 탐색 프리앰블(120)은 셀 탐색에 적합한 구조를 가진다. 그리고 공통 슬롯(10)은 프리앰블(100) 이외에 셀 공통 정보 등을 전송하는 채널과 이에 필요한 파일럿 심볼을 더 포함할 수 있다. 트래픽 슬롯(20)은 시간축과 주파수축으로 분산된 파일럿 심볼(200)을 포함한다. 이러한 파일럿 심볼(200)은 주파수축으로 N_f 개의 부반송파마다 시간축으로 N_t 개의 심볼마다 삽입된다.
- <40> 아래에서는 도 2a 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법에 대해서 상세하게 설명한다.
- <41> 먼저 도 2a 및 도 2b를 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법에 대해서 개략적으로 설명한다.

<42> 도 2a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 개략적인 전체 구조도이며, 도 2b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법을 나타내는 흐름도이다.

<43> 도 2a 및 도 2b에 나타낸 바와 같이, 초기 동기화를 위해, 먼저 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP, cyclic prefix)를 이용하여 초기 심볼 동기가 추정된다(S210). 추정된 초기 심볼 동기와 프리앰블(100)의 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 프레임 동기가 추정된다(S220). 다음, 프리앰블(100)의 동기화 프리앰블(110)과 셀 탐색 프리앰블(120)을 이용하여 시간 및 주파수 동기가 추정된다(S230). 그리고 단계 S230에서 시간 및 주파수 동기가 맞추어진 후, 셀 탐색 프리앰블(120)을 이용하여 셀 탐색이 추정된다(S240). 이러한 단계 S210 내지 S240을 거쳐 초기 동기화가 수행된다.

<44> 그리고 단계 S230에서는 다음의 단계 S231 내지 S233을 거쳐 시간 및 주파수 동기를 맞출 수 있다. 즉, 먼저 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하여 대략적인 주파수 동기가 추정된다(S231). 다음, 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 미세 심볼 동기가 추정되고(S232) 셀 탐색 프리앰블(120)을 이용하여 미세 주파수 동기가 추정되어(S233), 시간 및 주파수 동기가 맞추어질 수 있다.

<45> 초기 동기화를 수행한 다음에 주파수 및 시간이 추적된다. 주파수와 시간을 추적하기 위해, 먼저 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)와 주기적 프리픽스(CP)와 같은 신호로 이루어진 유효 OFDM 심볼(전송 심볼) 사이의 위상차를 이용하여 주파수 추적이 수행된다(S250). 다음, 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 심볼 동기 추적이 수행되고(S260), 셀 탐색 프리앰블(120)을 이용하여 미세 주파수 동기가 추적된다(S270).

<46> 아래에서는 도 2a 및 도 2b에서 설명한 동기화 및 셀 탐색 방법에 대해서 도 3 내지 도 10을 참조하여 상세하게 설명한다.

<47> 먼저 도 3을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법에서 초기 심볼 동기 추정 방법에 대해서 상세하게 설명한다. 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 초기 심볼 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

<48> 도 3에 나타난 바와 같이, 초기 심볼 동기 추정 장치(300)는 지연기(310), 상관기(320), 이동 평균기(330, 340), 전력 검출기(350), 정규화기(360) 및 비교기(370)를 포함한다.

<49> OFDM 수신 신호($y(n+l+N)$)는 지연기(310)에서 유효 OFDM 심볼의 길이(N)만큼 지연되고, 지연된 신호($y(n+l)$)는 상관기(320)에서 상관된다. 이동 평균기(330)는 지연 신호의 상관값($y^*(n+l)$)과 수신된 신호($y(n+l+N)$)의 이동 평균($\sum_{l=0}^{N_{cp}-1} y^*(n+l)y(n+l+N)$)을 계산하고, 이동 평균기(340)는 전력 검출기(350)에서 검출된 신호 전력의 이동 평균($\sum_{l=0}^{N_{cp}-1} |y(n+l+N)|^2$)을 계산한다. 그리고 이동 평균($\sum_{l=0}^{N_{cp}-1} y^*(n+l)y(n+l+N)$)은 정규화기(360)에서 이동 평균($\sum_{l=0}^{N_{cp}-1} |y(n+l+N)|^2$)으로 정규화된다. 정규화된 상관값을 최대로 하는 타이밍(n)이 비교기(370)에서 심볼 타이밍(\hat{t}_m)으로 결정되어 초기 심볼 동기가 추정된다.

<50> 즉, 초기 심볼 동기에서는 1개의 OFDM 심볼 구간동안 OFDM 심볼의 주기적 프리픽스(CP)와 유효 OFDM 심볼의 자기상관이 최대가 되는 위치가 추정된다. 그리고 앞에서 설명한 과정을 M 심볼에 대해 반복해서 추정하면 초기 심볼 동기의 성능이 향상된다. 초기 심볼 동기 장치(300)에서 추정된 심볼 타이밍(\hat{t}_m)과 M회 반복해서 추정된 심

볼 타이밍($\hat{\tau}_l$)은 [수학식 1]과 같이 주어진다. 이러한 초기 심볼 동기 장치(300)는 전용 하드웨어나 범용 처리 장치에 소프트웨어로 구현될 수 있으며, 또는 두 가지가 함께 사용되어 구현될 수도 있다.

<51>

【수학식 1】
$$\hat{\tau}_m = \max_n \left\{ \left| \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} v^*(n+l) v(n+l+N) \right| / \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |v(n+l+N)|^2 \right\}$$

$0 \leq n \leq N_{sym}$

<52>

$$\hat{\tau}_l = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \hat{\tau}_m}{M}$$

<53> 여기서, $\hat{\tau}_m$ 은 심볼 타이밍이며 $\hat{\tau}_l$ 은 M회 반복되어 추정된 심볼 타이밍이다. N_{sym} 은 OFDM 심볼의 길이이며 $y(n)$ 은 OFDM 수신 신호이다. N_{CP} 는 OFDM 심볼의 주기적 프리픽스 길이이며 N 은 OFDM 심볼의 유효 OFDM 심볼의 길이로서 $N_{sym}-N_{CP}$ 로 주어진다.

<54> 다음, 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법에서 프레임 동기 추정 방법에 대해서 상세하게 설명한다.

<55> 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 프리앰블의 개략적인 구조도이며, 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 프레임 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

<56> 도 4에 나타낸 바와 같이, 동기화 프리앰블(110)은 1개의 S 심볼(111)과 1개의 IS' 심볼(112)로 이루어지며 T_{PS} 의 길이를 가진다. T_{PS} 는 OFDM 심볼 1개의 길이와 같으며, S 심볼(111)은 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)의 길이(T_{CP})를 제외한 길이인 유효 OFDM 심볼 길이($T_{PS}-T_{CP}$)이다. IS' 심볼(112)은 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)

와 같은 길이(T_{CP})이며 S 심볼(111)을 180° 회전시킨 심볼에서 앞에서부터 주기적 프리픽스(CP)의 길이(T_{CP})만큼을 취해 사용된다.

<57> 이러한 동기화 프리앰블(110)의 구조는 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 주파수와 시간의 초기 동기화에 적합하다. S 심볼(111)과 IS' 심볼(112)은 180° 위상차를 가지도록 구성되어 있으므로 S 심볼(111)과 IS' 심볼(112)의 자기상관의 실수부는 음의 부호를 가진다. 동기화 프리앰블(110)과 동일한 형태의 자기상관을 동기화 프리앰블(110)을 제외한 연속적으로 전송되는 OFDM 심볼에 적용하면, 자기상관의 실수부는 양의 부호를 가지게 된다. 따라서 동기화 프리앰블(110)을 이용한 간단한 계산에 의해 프레임의 타이밍을 추정할 수 있다.

<58> 그리고 S 심볼(111)은 S_a 심볼(111a)이 N_{SSym} 번 반복되는 구조를 가진다. 이와 같은 구조에서는 시간 영역 자기상관의 위상값을 이용하여 $-N_{SSym}/2$ 에서 $N_{SSym}/2$ 범위의 부반송파 간격으로 정규화된 주파수 옵셋을 추정할 수 있다. 또한 동기화 프리앰블(110)은 1개의 S 심볼(111)과 1개의 IS' 심볼(112)로 이루어져 있으므로, S 심볼(111)과 IS' 심볼(112)의 교차상관이나 자기상관을 구하여 미세 심볼 동기(심볼의 정확한 타이밍, 정확한 심볼 타이밍)를 추정할 수 있다.

<59> 도 5를 보면, 프레임 동기 추정 장치(500)는 지연기(510), 상관기(520), 이동 평균기(530), 실수화부(540), 그리고 부호 검출 및 비교기(550)를 포함한다.

<60> 프레임 동기 추정 장치(500)에서, OFDM 수신 신호(

$y(n+l+N)$)는 지연기(510)에서 유효 OFDM 심볼의 길이(N)만큼 지연되고, 지연된 신호($y(n+l)$)는 상관기(520)에서 상관값이 결정된다. 지연 신호의 상관값($y^*(n+l)$)과 수신 신호($y(n+l+N)$)의 이동 평균(f_n)이 이동 평균기(530)에서 계산된다. 그리고 부호 검출 및 비교기(550)는 실수화부(540)에서 결정된 이동 평균의 실수부($\text{Re}\{f_n\}$)의 부호를 검출하고 절대값을 비교한다. 앞에서 설명한 것처럼 동기화 프리앰블(110)의 S 심볼(111)과 IS' 심볼(112)의 자기상관은 음의 부호의 실수부를 가지므로, 실수부($\text{Re}\{f_n\}$)의 부호가 -1이 되고 절대치가 최대인 타이밍(n)이 프레임 타이밍($\hat{\tau}_F$)으로 결정된다. 프레임 동기 추정 장치(500)에서 결정된 이동 평균(f_n)과 프레임 타이밍($\hat{\tau}_F$)은 [수학식 2]와 같이 주어진다. 그리고 이러한 프레임 동기 추정 장치(500)는 전용 하드웨어나 범용 처리 장치에 소프트웨어로 구현될 수 있으며, 또는 두 가지가 함께 사용되어 구현될 수도 있다.

<61>

$$\text{【수학식 2】 } f_n = \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N)$$

<62>

$$\Gamma_n = \text{sign}(\text{Re}\{f_n\}), \quad \text{sign}(p) = \begin{cases} 1 & \text{if } p \geq 0 \\ -1 & \text{if } p < 0 \end{cases}$$

<63>

$$\hat{\tau}_F = \max_{n, \Gamma_n = -1} |f_n|$$

<64>

여기서, N_{CP} 는 OFDM 심볼의 주기적 프리픽스 길이이며 N은 OFDM 심볼의 유효 OFDM 심볼의 길이로서 $N_{\text{sym}} - N_{CP}$ 로 주어진다.

<65>

다음, 도 6 및 도 7을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법에서 주파수 동기 추정 방법에 대해서 상세하게 설명한다.

<66> 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 주파수 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이며, 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 심볼 동기 장치의 개략적인 블록도이다.

<67> 도 2a 및 도 2b에서 설명한 것처럼, 주파수 동기는 동기화 프리앰블(110)의 S 심볼(111)의 반복되는 성질을 이용한 대략적인 주파수 동기 과정과 셀 탐색 프리앰블(120)의 주기적 프리픽스(CP)를 이용한 미세 주파수 동기 과정의 두 단계로 이루어진다. 두 단계에 걸친 주파수 동기는 일정한 시간 간격을 두고 전송되는 동일한 신호 사이의 위상차를 이용하여 추정된다.

<68> 먼저 도 6을 참조하여 대략적인 주파수 동기 추정에 대해 설명한다. 도 6을 보면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 주파수 동기 추정 장치(600)는 지연기(610), 상관기(620), 이동 평균기(630) 및 주파수 오프셋 검출기(640)를 포함한다.

<69> OFDM 수신 신호($y(n+l+D)$)는 지연기(610)에서 반복되는 시간차(D)만큼 지연되고, 지연된 신호($y(n+l)$)는 상관기(620)에서 상관값이 결정된다. 지연 신호의 상관값($y^*(n+l)$)과 수신 신호($y(n+l+D)$)의 이동 평균($\sum_{l=0}^{L-1} y^*(n+l)y(n+l+D)$)이 이동 평균기(630)에서 계산된다. 그리고 주파수 오프셋 검출기(640)는 이동 평균의 위상을 검출하여 주파수 오프셋($\hat{\epsilon}$)을 구하여 대략적인 주파수 동기를 추정한다. 주파수 오프셋($\hat{\epsilon}$)은 [수학식 3]과 같이 주어진다. 이러한 주파수 동기 추정 장치(600)는 전용 하드웨어나 범용 처리 장치에 소프트웨어, 또는 두 가지를 함께 사용하여 구현될 수 있다. 그리고 대략적인 주파수 동기 과정에서는 $D=N/N_{\text{Sym}}$ 으로 된다.

<70> **【수학식 3】**
$$\hat{\epsilon} = \frac{N}{2\pi D} \arg \left[\sum_{l=0}^{L-1} y^*(n+l)y(n+l+D) \right]$$

<71> 여기서, L은 평균 회수이며 D는 반복 신호간의 시간차이다.

<72> 다음, 도 7을 참조하여 미세 심볼 동기 추정 방법에 대해 설명한다. 도 7을 보면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 미세 심볼 동기 추정 장치(700)는 동기화 프리앰블 저장기(710), 상관기(720), 교차 상관기(730) 및 비교기(740)를 포함한다. 교차 상관기(730)는 동기화 프리앰블 저장기(710)에 저장된 동기화 프리앰블의 패턴($x(l)$)이 상관기(720)에서 상관된 값을 OFDM 수신 신호($y(n+l)$)와 교차 상관시킨다. 비교기(740)는 교차 상관값이 최대가 되는 타이밍(n)을 심볼 타이밍($\hat{\tau}$)으로 검출하며, 이러한 심볼 타이밍($\hat{\tau}$)은 [수학식 4]와 같이 주어진다. 즉, 미세 심볼 동기는 OFDM 수신 신호와 동기화 프리앰블의 패턴을 교차 상관하여 최대값을 갖는 타이밍(n)을 검출함으로써 추정된다. 이러한 미세 심볼 동기 추정 장치(700)는 전용 하드웨어 또는 범용 처리 장치에 소프트웨어, 또는 두 가지를 함께 사용하여 구현될 수 있다. [수학식 4]는 심볼 동기를 추정하는 방법의 일례를 식으로 나타낸 것이다.

<73>

$$\text{【수학식 4】} \quad \hat{\tau} = \max_n \left| \sum_{l=0}^{L-1} x^*(l)y(n+l) \right|$$

<74> 여기서, $\hat{\tau}$ 는 심볼 타이밍이며 L은 교차상관의 길이이다.

<75> 다음, 도 8 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법에서 셀 탐색 방법에 대해서 상세하게 설명한다.

<76> 도 8은 본 발명의 제1 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 셀 탐색 프리앰블의 개략적인 구조도이다. 도 9 및 도 10은 각각 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 파일럿의 패턴을 나타내는 도면이다.

<77> 도 8에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 셀 탐색 프리앰블(120)은 T_{PC} 의 길이를 가지며 셀마다 고유한 패턴을 갖는다. 하나의 예로 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템에서 8^L 개의 셀 종류가 있고 T_{PC} 는 OFDM 심볼 L 개의 길이와 같은 경우, 셀 번호($C = \sum_{k=1}^L 8^{L-k} c_k$)에 따라, k 번째 심볼의 주파수 축에서 8개의 다른 직교하는 패턴 중 $C_{c_k, m}$ 번째($m=0, \dots, M-1$) 부반송파에만 정해진 패턴이 송신된다. 단말기에서는 $C_{c_k, m}$ 번째($m=0, \dots, M-1$) 부반송파에서 수신된 수신 전력을 최대화 하는 $c_k(k=1, \dots, L-1)$ 를 구해 셀을 탐색할 수 있다. 이 경우 8개 패턴의 교차 상관 계산을 L 번 수행하는 것만으로 8^L 개의 셀 중 하나를 선택할 수 있다.

<78> 또 하나의 예로, 도 8에서 $8^2=64$ 개의 셀 종류가 있고 T_{PC} 는 OFDM 심볼 1개의 길이와 같은 경우, 셀 번호 $C=8c_1+c_2$ 에 따라 $C_{c_1, m}$ 번째($m=0, \dots, M-1$)의 부반송파에만 정해진 패턴이 송신된다. 이때, 송신되는 부반송파에 길이가 M 이고 교차 상관 특성이 좋은 수열 중 c_2 번째 수열을 실어, 단말기에서 셀을 탐색할 수 있도록 하는 셀 탐색 프리앰블을 형성할 수 있다. 이 경우, c_1 에 따른 8가지의 부반송파 집합에 대해 전력의 합을 최대화 하는 c_1 을 찾은 후, 해당 부반송파 집합에 8개의 패턴에 따른 교차 상관을 구하여 64개의 셀 중 하나를 선택할 수 있다.

<79> 이와 같이, 송신되는 시간, 송신되는 부반송파 및 신호 패턴에 따라 구분되는 복수의 셀 탐색 프리앰블(120)로 이루어지는 셀 탐색 프리앰블 집합에서, 이동 통신 시스템에서의 셀의 수가 셀 탐색 프리앰블(120)의 수 이하이면 각 셀마다 고유한 셀 탐색 프리앰블(120)을 할당하고, 셀의 수가 셀 탐색 프리앰블(120)의 수보다 많으면 셀을 셀 탐색 프리앰블(120)의 수만큼의 셀로 그룹화하여 셀마다 고유한 셀 탐색 프리앰블(120)을 할

당한다. 또한, 서로 다른 두 셀 탐색 프리앰블(120)에서, 셀 탐색 프리앰블(120)이 전송되는 심볼 가운데 적어도 하나의 심볼에서는 하나의 셀 탐색 프리앰블(120)이 신호를 전송하는 부반송파에서는 다른 셀 탐색 프리앰블(120)은 신호를 전송하지 않도록 한다.

<80> 또한, 고유한 셀 탐색 프리앰블(120)의 수를 늘리기 위해, 셀 탐색 프리앰블(120)을 그룹화하고, 서로 다른 그룹에 속하는 두 셀 탐색 프리앰블에서(120)는 앞의 방법과 같이 셀 탐색 프리앰블(120)이 전송되는 심볼 가운데 적어도 하나의 심볼에서는 하나의 셀 탐색 프리앰블이 신호를 전송하는 부반송파에서는 다른 셀 탐색 프리앰블(120)은 신호를 전송하지 않도록 하고, 동일한 그룹에 속하는 두 셀 탐색 프리앰블(120)에서 같은 전송 심볼에는 같은 부반송파를 사용하되 미리 정해진 수신 신호 처리 방법을 사용하여 구분할 수 있는 신호 패턴을 할당한다.

<81> 아래에서는 도 9 및 도 10을 참조하여 파일럿 패턴에 대해 상세하게 설명한다.

<82> 도 9에는 전체 부반송파의 수가 N 개, 파일럿 심볼의 부반송파 간격이 N_f , 파일럿 심볼의 시간 간격이 N_t 인 경우가 도시되어 있다. 이때, s_1 번째 심볼(910)에서 N_f 개의 부반송파마다 하나씩 삽입된 파일럿 심볼은 N/N_f 개이며 각각 패턴($p_{s,c}(i)$)을 가진다. 여기서 c 는 셀의 번호이고 i 는 s_1 번째 OFDM심볼에서 i 번째 파일럿 부반송파를 의미하며, 이러한 패턴($p_{s,c}(i)$)은 c 와 s 에 따라 다를 수 있다. 따라서, 셀마다 고유한 파일럿 패턴을 사용하고, 가능한 패턴에 대해 교차상관을 구함으로써 슬롯 동기와 프레임 동기를 추정하고 셀 탐색을 할 수 있다.

<83> 이와 같이, 파일럿 심볼이 전송되는 전송 심볼의 부반송파에 전송되는 신호 패턴에 따라 구분될 수 있는 파일럿 패턴의 집합을 형성하고, 이동 통신 시스템에서 셀의 수가 파일럿 패턴의 수 이하이면 셀마다 고유한 파일럿 패턴을 할당하고 셀의 수가 파일럿 패

턴의 수보다 많으면 파일럿 패턴의 수만큼의 셀을 그룹화하여 한 그룹 내에서는 서로 다른 파일럿 패턴을 할당한다.

<84> 도 10에서는 도 9에 나타낸 파일럿 패턴에서 한 슬롯에 $2r(=N_s)$ 개의 OFDM 심볼이 있을 때, 파일럿의 시간 간격(N_t)을 r 로 하고 패턴 $p_{s,c}(i)$ 을 Q 개의 패턴의 조합, 즉 $p_{s,c}(iQ+q) = p_{q,s,c}(i)$, $q=0, \dots, Q-1$ 가 되도록 형성한 경우가 도시되어 있다. 이때, Q 개의 패턴 중 Q_1 개의 패턴은 모든 셀이 공통으로 사용하고 나머지 $Q_2(=Q-Q_1)$ 개의 패턴은 셀마다 다르도록 한다. 이와 같이 하여, Q_1 개의 공통 패턴을 이용하여 슬롯 동기를 적은 계산량으로 찾을 수 있도록 하고, 나머지 Q_2 개의 패턴을 사용하거나 프리앰블을 이용하여 셀 탐색을 수행할 수 있도록 한다.

<85> 아래에서는 도 1과 같은 구조를 가진 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호에서 도 10에 나타낸 파일럿 패턴을 사용하는 실시예에 대해서 도 11a, 도 11b 및 도 12를 참조하여 상세하게 설명한다.

<86> 먼저, 도 11a 및 도 11b를 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법에 대해서 상세하게 설명한다.

<87> 도 11a는 본 발명의 제2 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 개략적인 전체 구조도이며, 도 11b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법을 나타내는 흐름도이다.

<88> 초기 동기화를 위해, 먼저 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)를 이용하여 초기 심볼 동기가 추정된다(S1110). 추정된 심볼 동기 및 각 셀마다 공통인 파일럿의 패턴을 이용하여 슬롯 동기가 추정된다(S1120). 추정된 슬롯 동기 및 프리앰블(100)의 동기화

프리앰블(110)을 이용하여 프레임 동기가 추정된다(S1130). 그리고 프리앰블의 동기화 프리앰블(110)과 셀 탐색 프리앰블(120)을 이용하여 시간 및 주파수 동기가 추정된다(S1140). 단계 S1140에서 시간 및 주파수 동기를 맞춘 후, 셀 탐색 프리앰블(120)과 파일럿의 셀마다 고유한 패턴을 각각 또는 같이 이용하여 셀 탐색이 수행된다(S1150). 이러한 단계 S1110 내지 S1150을 거쳐 초기 동기화가 수행된다.

<89> 여기서, 단계 S1140에서는 단계 S1141 내지 S1143을 거쳐 시간 및 주파수 동기를 추정할 수 있다. 먼저 프리앰블의 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하여 대략적인 주파수 동기가 추정된다(S1141). 다음, 프리앰블의 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 미세 심볼 동기가 추정되고(S1142), 셀 탐색 프리앰블(120)을 이용하여 미세 주파수 동기가 추정된다(S1143).

<90> 그리고 초기 동기화를 수행한 다음에 주파수 및 시간을 추적한다. 주파수 및 시간을 추적하기 위해, 먼저 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)와 주기적 프리픽스(CP)와 같은 신호로 이루어진 유효 OFDM 심볼 사이의 위상차를 이용하여 주파수 추적이 수행된다(S1160). 다음, 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 심볼 동기 추적이 수행되고(S1170), 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 미세 주파수 동기가 추적된다(S1180). 이러한 단계 S1160 내지 S1180을 반복함으로써 주파수 및 시간 추적이 수행된다.

<91> 이러한 본 발명의 제2 실시예는 단계 S1120 및 S1130을 제외하면 제1 실시예와 동일한 방법으로 동기화 및 셀 탐색이 수행된다. 즉, 제1 실시예와 달리, 제2 실시예에서는 심볼 동기와 각 셀마다 공통인 파일럿의 패턴을 이용하여 슬롯 동기를 추정하고, 추정된 슬롯 동기와 동기화 프리앰블을 이용하여 프레임 동기를 추정한다.

<92> 아래에서는 도 12를 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법에서 슬롯 동기 추정 방법에 대해서 상세하게 설명한다. 도 12는 본 발명의 제2 실시예에 따른 슬롯 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

<93> 도 12에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 슬롯 동기 추정 장치(1200)는 FFT(fast Fourier transform)기(1210), 셀 공통 파일럿 선택기(1220), 파일럿 패턴 저장기(1230), 교차 상관기(1240) 및 비교기(1250)를 포함한다.

<94> 먼저, FFT기(1210)는 도 3에서 설명한 방법에 따라 추정된 심볼의 초기 타이밍을 이용하여 OFDM 수신 신호를 푸리에 변환하고, 셀 공통 파일럿 선택기(1220)는 푸리에 변환된 신호에서 공통 파일럿 수신 신호(Y_{n+M_s})를 선택한다. 다음, 교차 상관기(1240)에서 파일럿 패턴 저장기(1230)에 저장된 셀 공통 파일럿 패턴($Z(k_m)$)의 상관값과 공통 파일럿 수신 신호(Y_{n+M_s})가 교차 상관된다. 비교기(1250)는 교차 상관값(Γ_{n+M_s})을 최대로 하는 심볼 위치(n)를 슬롯 타이밍($\hat{\tau}_s$)으로 선택한다. 이러한 슬롯 타이밍($\hat{\tau}_s$)은 [수학식 5]와 같이 주어진다.

<95>
$$\Gamma_n = \left| \sum_{m=0}^{M-1} Y_n Z_m^*(k_m) \right|$$
 【수학식 5】

<96>
$$\hat{\tau}_s = \max_n \sum_{l=0}^{L-1} \Gamma_{n+M_s}, \quad n = 0, \dots, N_s - 1$$

<97> 여기서, Γ_n 은 교차 상관값, Y_n 은 n시간에 푸리에 변환된 OFDM 수신 신호, k_m 은 m번째 셀 공통 파일럿의 부반송파 위치, $Z(k_m)$ 은 m번째 셀 공통 파일럿, M은 셀 공통 파일럿의 수, $\hat{\tau}_s$ 는 슬롯 타이밍, N_s 는 한 슬롯의 심볼 수, L은 반복 누적 회수를 나타낸다.

<98> 도 12에 나타낸 슬롯 동기 추정 장치를 사용할 때, 셀 공통 파일럿이 있는 대역에서 주파수 선택적 감쇄로 인해 채널이 변한다면, [수학식 5]에 의한 방법은 성능이 떨어질 수 있다. 이때는 [수학식 6]에 나타낸 방법으로 셀 공통 파일럿을 배치하고 교차 상관을 구할 수 있다.

<99> **【수학식 6】**
$$\Gamma_n = \left| \sum_{m=0}^{M/2-1} Y_n^*(k_{2m}) Y_n(k_{2m+1}) Z_{2m}(k_{2m}) Z_{2m+1}^*(k_{2m+1}) \right|$$

<100>
$$\hat{\tau}_s = \max_n \sum_{l=0}^{L-1} \Gamma_{n+ln_s}, \quad n = 0, \dots, N_s - 1$$

<101> 이때, M은 짝수로 하고, k_{2m} 과 k_{2m+1} 은 채널이 많이 변하지 않는 범위 내에서 배치한다. 예를 들어, [수학식 6]에서 Z_{2m} 과 Z_{2m+1} 을 각각 다른 시퀀스(sequence)로 형성하고 k_{2m} 과 k_{2m+1} 을 인접한 주파수로 형성하면 좋은 교차 상관 특성을 얻을 수 있다.

<102> [수학식 6] 대신에 [수학식 7]에 나타낸 바와 같이, 두 개의 다른 시간에 셀 공통 파일럿을 나누어 보내고 각 시간에서 수신된 신호를 이용하여 교차상관을 구할 수도 있다. 이때는 n_1 과 n_2 를 채널이 많이 변하지 않는 범위 내에서 배치한다.

<103> **【수학식 7】**
$$\Gamma_{n_1, n_2} = \left| \sum_{m=0}^{M/2-1} Y_{n_1}^*(k_m) Y_{n_2}(k_m) Z_{2m}(k_m) Z_{2m+1}^*(k_m) \right|$$

<104>
$$\hat{\tau}_s = \max_{n_1} \sum_{l=0}^{L-1} \Gamma_{n_1+ln_s, n_2+ln_s}, \quad n_1 = 0, \dots, N_s - 1$$

<105> 다음, OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크에서 하나 이상의 송신 안테나를 사용하는 실시예에 대해서 도 13 내지 도 15를 참조하여 상세하게 설명한다.

<106> 먼저, 도 13 및 도 14를 참조하여 본 발명의 제3 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 트래픽 슬롯에서의 파일럿 패턴에 대해서 상세하게 설명한다.

<107> 도 13은 본 발명의 제3 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크 신호의 트래픽 슬롯의 개략적인 구조도이며, 도 14는 도 13에서의 파일럿의 패턴과 위치를 나타낸 도면이다.

<108> 도 13에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제3 실시예에 따른 하향링크 신호의 구조는 도 1에 나타낸 구조와 트래픽 슬롯을 제외하고는 동일하다.

<109> 자세하게 설명하면, 공통 슬롯(10)은 T_p 길이의 프리앰블(100)을 가지며, 프리앰블(100)은 T_{ps} 길이의 동기화 프리앰블(110)과 $T_{pc}(=T_p-T_{ps})$ 길이의 셀 탐색 프리앰블(120)로 이루어진다. 동기화 프리앰블(110)은 여러 개의 송신 안테나 중에서 미리 정한 하나의 송신 안테나로만 송신되거나 몇 개의 프레임마다 번갈아 가며 송신될 수 있다. 마찬가지로, 셀 탐색 프리앰블(120)도 여러 개의 송신 안테나 중에서 미리 정한 하나의 송신 안테나로만 송신되거나 몇 개의 프레임마다 번갈아 가며 송신될 수 있다. 그리고 셀 탐색 프리앰블(120)이 하나 이상의 OFDM 심볼로 이루어진 경우에는 심볼마다 다른 안테나를 통하여 전송될 수도 있다.

<110> 트래픽 슬롯(20)에는 안테나 별로 시간축과 주파수축으로 분산된 파일럿 심볼이 주파수축으로는 N_f 개의 부반송파마다 시간축으로는 N_t 개의 심볼마다 삽입되어 있다. 예를 들어, 도 13에는 2개의 안테나를 사용하는 경우가 도시되어 있다. 안테나 0의 파일럿 심볼(AP_0)과 안테나 1의 파일럿 심볼(AP_1)이 각각 주파수축으로는 N_f 개의 부반송파마다 시간축으로는 N

t 개의 심볼마다 삽입되어 있다. 도 13에서는 안테나가 2개일 때를 예시하였지만, 안테나의 개수가 N_f 보다 작은 경우에는 동일하게 파일럿 심볼이 삽입될 수 있다.

<111> 다음, 도 14를 참조하여 이러한 파일럿 심볼의 패턴에 대해서 상세하게 설명한다.

<112> 제3 실시예에 따른 파일럿 슬롯(20)에는 도 10에 나타난 파일럿 패턴이 모든 안테나에 공통으로 사용되고 있다. 그리고 각각의 안테나에 따른 파일럿 심볼(AP_0 , AP_1 , AP_2 , AP_3)의 위치가 일정 주기마다 바뀌고, 각각의 안테나에 따른 파일럿 심볼(AP_0 , AP_1 , AP_2 , AP_3)의 위치를 바꾸는 패턴이 셀(C_1 , C_2)마다 다르게 할당되어 있다.

<113> 일반적으로, 송신 안테나가 여러 개일 때 각각의 안테나의 파일럿 송신 전력을 다르게 할 수 있다. 예를 들어, 셀의 공통 채널, 제어 채널 등은 고정 전송률을 가지며 기본 안테나 2개를 사용하고, 데이터 채널은 채널 상황에 따라 가변 전송률을 가지며 안테나를 4개까지 사용한다. 이러한 다중입력 다중출력(multi-input multi-output, MIMO) 기법 등을 통해 고속의 전송을 할 수 있다고 할 때, 이 방식을 사용하는 사용자는 주로 기지국에 가까이 있는 사용자라고 예측할 수 있다. 따라서 기본 안테나를 제외한 나머지 안테나 2개는 기본 안테나보다 훨씬 적은 전력으로 신호를 송신하게 될 것이다. 이때, 안테나에 따른 파일럿 심볼의 위치를 인접 셀끼리 적절히 다르게 하여 높은 전력으로 송신하는 기본 안테나의 파일럿 심볼을 전송되는 부반송파가 최대한 겹치지 않게 함으로써, 인접 셀의 파일럿 심볼에 의한 간섭을 줄일 수 있다.

<114> [표 1]에는 기본 안테나(안테나 0 및 1)를 2개 사용하고 고속 전송을 위해 2개의 안테나(안테나 2 및 3)를 더 사용하는 경우에, 인접한 6개의 셀(셀 A 내지 F) 간에서 기본 안테나의 파일럿 심볼에 의한 간섭을 최소화할 수 있도록 파일럿 심볼 위치를 할당하

는 방법을 나타내었다. 여기서 부반송파 그룹 번호(그룹 0 내지 3)는, 하나의 안테나의 파일럿 심볼들을 전송할 수 있도록 미리 정해진 파일럿 심볼이 전송되는 부반송파들의 위치이며, 모든 셀에서 공통적으로 사용된다. 안테나 2와 안테나 3은 안테나 0과 안테나 1에 비해 적은 전력으로 신호를 전송한다고 가정하고, 안테나 2와 안테나 3을 통한 신호를 수신하는 단말기는 기지국에 가까이 있어 다른 셀의 간섭을 거의 받지 않는다고 가정한다. 그러면, 서로 다른 두 셀 간에서 안테나 0이나 안테나 1을 통해 송신되는 그룹이 겹치면 파일럿 심볼에 간섭이 일어나게 되며, 이를 최소화하도록 설계한다.

<115> 【표 1】

	안테나 0	안테나 1	안테나 2	안테나 3
셀 A	그룹0	그룹1	그룹2	그룹3
셀 B	그룹0	그룹2	그룹3	그룹1
셀 C	그룹3	그룹0	그룹2	그룹1
셀 D	그룹1	그룹2	그룹0	그룹3
셀 E	그룹3	그룹1	그룹0	그룹2
셀 F	그룹2	그룹3	그룹0	그룹1

<116> [표 2]에는 [표 1]의 경우에 서로 다른 두 셀 간에 안테나 0이나 안테나 1이 송신하는 그룹이 겹치는 수를 나타낸다. 계속 일정한 위치가 겹치거나 특정 두 셀 간에 겹치는 수가 다른 두 셀 간에 겹치는 수가 다를 때에는 두 셀에 따라 겹치는 위치와 수가 다른 [표 1]과 같은 패턴을 여러 개 만들어서 일정 주기마다 바꾸어 송신할 수 있다.

<117>

【표 2】

	셀 A	셀 B	셀 C	셀 D	셀 E	셀 F
셀 A	X	1	1	1	1	0
셀 B	1	X	1	1	0	1
셀 C	1	1	X	0	1	1
셀 D	1	1	0	X	1	1
셀 E	1	0	1	1	X	1
셀 F	0	1	1	1	1	X

<118> 다음, 본 발명의 제3 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크에서 하나 이상의 송신 안테나를 사용할 때의 동기화 및 셀 탐색 방법에 대해서 도 15를 참조하여 설명한다.

<119> 도 15는 본 발명의 제3 실시예에 따른 동기화 및 셀 탐색 방법을 나타내는 흐름도이다.

<120> 초기 동기화를 위해, 먼저 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)를 이용하여 초기 심볼 동기를 추정하고(S1510), 추정된 초기 심볼 동기를 이용하여 각 송신 안테나 별로 신호 전력을 추정한다(S1520). 다음, 단계 S1520에서 추정한 송신 안테나 별 신호 전력을 이용하여 최대의 전력을 갖거나 미리 정한 기준치 이상의 전력을 갖는 송신 안테나의 공통 파일럿 패턴 부분을 선택 또는 결합하여 슬롯 동기를 추정한다(S1530). 단계 S1530에서 추정한 슬롯 동기와 프리앰블의 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 프레임 동기를 추정한다(S1540). 다음, 프리앰블의 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하고(S1551), 프리앰블의 동기화 프리앰블(110)을 이용하여 미세 심볼 동기를 추정하고(S1552), 셀 탐색 프리앰블(120)을 이용하여 미세 주파수 동기를 추정한다(S1553). 그리고 이러한 단계 S1551 내지 S1553의 동기화 과정을 거쳐 시간 및 주파수

동기를 맞춘 후(S1550), 셀 탐색 프리앰블(120)을 이용하여 셀 탐색을 수행한다(S1560). 단계 S1560에서는 셀 탐색 프리앰블(120) 대신에 파일럿의 셀마다 고유한 패턴을 이용하거나 셀 탐색 프리앰블(120)과 고유한 패턴을 같이 이용하여 셀 탐색을 수행할 수 있다.

<121> 다음, OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크에서 셀 간 동기가 지리 측정 시스템(GPS, global positioning system) 등을 사용해 맞추어져 있는 경우에 인접 셀을 탐색하는 방법에 대해 도 16을 참조하여 설명한다. 도 16은 본 발명의 제4 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크에서 인접 셀을 탐색하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

<122> 도 16에 나타난 바와 같이, 먼저 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)를 이용하여 심볼의 자기상관을 구하고(S1610), 자기상관 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 최대값을 갖는 지점을 추정하여 인접 셀의 심볼 동기를 추정한다(S1620). 그리고 단계 S1620에서 추정한 인접 셀의 심볼 동기 및 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 자기상관을 추정하고(S1630), 자기상관 결과에서 현재 셀의 프레임 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 최대값을 갖는 지점을 추정하여 인접 셀의 프레임 동기를 추정한다(S1640).

<123> 다음, 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하고(S1651), 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 심볼 동기 상관을 추정한다(S1652). 그리고 단계 S1652의 심볼 동기 상관 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 최대값을 갖는 지점을 추정하여 인접 셀의 미세 심볼 동기를 추정하고(S1653), 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 미세 주파수 동기를 추정한다(S1654).

- <124> 그리고 단계 S1651 내지 S1654의 동기화 과정을 거쳐 시간 및 주파수 동기를 맞춘 후(S1650), 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 셀 탐색 결과를 얻고(S1660), 단계 S1660에서 얻은 결과에서 현재 셀에 해당하는 결과를 제외한 후 인접 셀 탐색을 수행한다(S1670). 단계 S1660에서는 셀 탐색 프리앰블 대신에 파일럿의 셀마다 고유한 패턴을 이용하거나 셀 탐색 프리앰블과 고유한 패턴을 같이 이용하여 셀 탐색을 수행할 수 있다.
- <125> 다음, OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크에서 셀 간 동기가 맞추어져 있지 않는 경우에 인접 셀을 탐색하는 방법에 대해 도 17을 참조하여 설명한다. 도 17은 본 발명의 제5 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크에서 인접 셀을 탐색하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- <126> 도 17에 나타난 바와 같이, 먼저 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)를 이용하여 심볼의 자기상관을 구하고(S1710), 자기상관 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 최대값을 갖는 지점을 추정하여 인접 셀의 초기 심볼 동기를 추정한다(S1720). 단계 S1720에서 추정한 인접 셀의 심볼 동기 및 각 셀마다 공통인 파일럿의 패턴을 이용하여 상관을 추정하고(S1730), 상관 결과에서 현재 셀에 해당하는 지점을 제외하고 슬롯 동기를 추정한다(S1740). 그리고 단계 S1740에서 얻어진 슬롯 동기 및 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 자기상관을 추정하고(S1750), 자기상관 결과에서 현재 셀의 프레임 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 최대값을 갖는 지점을 추정하여 인접 셀의 프레임 동기를 추정한다(S1760).
- <127> 다음, 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하고(S1771), 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 심볼 동기 상관을 구한다(S1772). 그리고 단계 S1772에서 구한 상관 결과에서 현재 셀의 심볼 위치에 해당하는 결과를 제외하고 최대값

을 갖는 지점을 추정하여 인접 셀의 미세 심볼 동기를 추정하고(S1773), 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 미세 주파수 동기를 추정한다(S1774).

<128> 단계 S1771 내지 S1774의 동기화 과정을 거쳐 시간 및 주파수 동기를 맞춘 후(S1770), 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 셀 탐색 결과를 얻고(S1780), 셀 탐색 결과에서 현재 셀에 해당하는 결과를 제외한 후 인접 셀 탐색을 수행한다(S1790). 단계 S1780에서는 셀 탐색 프리앰블 대신에 파일럿의 셀마다 고유한 패턴을 이용하거나 셀 탐색 프리앰블과 고유한 패턴을 같이 이용하여 셀 탐색을 수행할 수 있다.

<129> 도 16 및 도 17에 나타난 실시예의 하향링크에서 하나 이상의 송신 안테나를 가질 때는 도 15에서 설명한 방법을 적용할 수 있다. 즉, 도 15에 나타난 실시예처럼, 슬롯 동기를 추정할 때 안테나 별로 전력을 추정하여 최대의 전력을 갖거나 미리 정한 기준치 이상의 전력을 갖는 안테나의 공통 파일럿 패턴 부분을 선택 또는 결합하여 슬롯 동기를 추정할 수 있다.

<130> 또한 도 2b, 도 11b, 도 15, 도 16 및 도 17에 각각 나타난 실시예에서 단말기가 하나 이상의 수신 안테나를 갖고 있을 때는, 각 단계마다 수신 안테나 별로 수신된 신호를 각각 처리한 후 그 결과를 적절하게 선택 또는 결합하여 사용할 수 있다.

<131> 다음, 도 6 및 도 7을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 주파수 추적 및 심볼 동기 추적 방법에 대해서 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시예에 따른 주파수 추적 및 심볼 동기 추적 장치는 각각 도 6 및 도 7에 나타난 주파수 동기 추정 장치(600) 및 미세 심볼 동기 추정 장치(700)와 동일한 구조를 가진다. 주파수 추적

및 심볼 동기 추적 장치가 각각 주파수 동기 추정 장치(600) 및 미세 심볼 동기 추정 장치(700)와 동일한 구조를 가지므로, 이들은 각각 하나의 장치로 공유될 수도 있으며 별개의 장치로 이루어질 수도 있다.

<132> 도 6에 나타낸 바와 같이, OFDM 수신 신호($y(n+l+N)$)는 지연기(610)에서 유효 OFDM 심볼의 길이(N)만큼 지연된 후 상관기(620)에서 상관된다. 이동 평균기(630)는 OFDM 수신 신호($y(n+l+N)$)와 지연 신호의 상관값($y^*(n+l)$)의 이동 평균을 계산하고, 주파수 옵셋 검출기(640)는 이동 평균의 위상을 검출하여 주파수 옵셋($\hat{\epsilon}$)을 구한다. 주파수 옵셋($\hat{\epsilon}$)은 [수학식 8]과 같이 주어진다. 이러한 주파수 추적은 OFDM 심볼마다 수행되며 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)와 주기적 프리픽스(CP)와 같은 신호로 이루어진 유효 OFDM 심볼 사이의 위상차를 이용하여 이루어진다.

<133> **【수학식 8】**
$$\hat{\epsilon} = \frac{1}{2\pi} \arg \left\{ \sum_{l=0}^{L-1} y^*(n+l) y(n+l+N) \right\}$$

<134> 여기서, $\hat{\epsilon}$ 는 주파수 옵셋, L은 평균 회수, N은 OFDM 심볼에서 유효 OFDM 심볼의 길이($N_{\text{sym}} - N_{\text{CP}}$)를 나타낸다.

<135> 그리고 주파수 추적을 수행하다가 새로운 프레임이 수신되면, 동기화 프리앰블과 셀 탐색 프리앰블을 이용하여, 도 7에 나타낸 장치와 [수학식 4]에 따라 심볼 동기 추적이 수행되고 도 6에 나타낸 장치와 [수학식 8]에 따라 미세 주파수 동기 추적이 수행된다.

<136> 다음, 도 18을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 셀 탐색 방법에 대해서 상세하게 설명한다. 도 18은 본 발명의 실시예에 따른 셀 탐색 장치의 개략적인 블록도이다.

- <137> 도 18에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 셀 탐색 장치는 직렬/병렬 변환기(1810), FFT기(1820) 및 셀 탐색기(1830)를 포함하며, 셀 탐색기(1830)는 상관기(1831), 패턴 발생기(1832) 및 비교기(1833)로 이루어진다. 수신된 셀 탐색 프리앰블은 직렬/병렬 변환기(1810)에서 병렬로 변환되고 FFT기(1820)에서 푸리에 변환되어 셀 탐색기(1830)에 입력된다. 패턴 발생기(1832)는 FFT기(1820)에서 입력되는 셀 탐색 프리앰블의 주파수 영역 신호로부터 각 셀에 해당하는 셀 탐색 프리앰블 패턴을 발생시킨다. 상관기(1831)는 셀 탐색 프리앰블 패턴과 입력 신호의 교차 상관을 구하고, 비교기(1833)는 교차 상관을 비교하여 가장 큰 값을 갖는 셀 번호를 선택함으로써 셀을 탐색한다.
- <138> 다음, 도 19 및 도 20을 참조하여 도 1 내지 도 18에서 설명한 동기화 및 셀 탐색 방법이 수행되는 단말기 동기화 장치에 대해서 상세하게 설명한다.
- <139> 도 19 및 도 20은 각각 본 발명의 실시예에 따른 단말기의 동기화 장치의 개략적인 블록도이다.
- <140> 도 19에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 단말기 동기화 장치(1900)는 초기 동기 추정기(1910), 셀 탐색기(1920), 저장기(1930), 그리고 시간 및 주파수 동기 추적기(1940)를 포함하며, 도 1 내지 도 10에서 설명한 제1 실시예에 적용된다.
- <141> 초기 동기 추정기(1910)는 초기 심볼 동기 추정기(1911), 프레임 동기 추정기(1912), 시간 및 주파수 동기 추정기(1913)로 이루어진다. 초기 심볼 동기 추정기(1911)는 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)를 이용하여 초기 심볼 동기를 추정하며, 프레임 동기 추정기(1912)는 초기 심볼 동기 추정기(1911)에서 추정된 심볼 동기 및 동기화 프리앰블을 이용하여 프레임 동기를 추정한다. 시간 및 주파수 동기 추정기

(1913)는 프리앰블의 동기화 프리앰블과 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 시간 및 주파수 동기를 추정한다. 시간 및 주파수 동기 추정기(1913)에서 심볼 동기와 주파수 동기를 맞춘 후, 셀 탐색기(1920)는 셀 탐색 프리앰블과 파일럿의 셀마다 고유한 패턴을 각각 또는 같이 이용하여 셀 탐색을 수행한다.

<113> 시간 및 주파수 동기 추적기(1940)는 주파수 동기 추적기(1941) 및 미세 심볼 동기 추적기(1942)로 이루어진다. 주파수 동기 추적기(1941)는 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)와 주기적 프리픽스(CP)와 같은 신호로 이루어진 유효 OFDM 심볼 사이의 위상차를 이용하여 주파수 추적을 수행하고 동기화 프리앰블을 이용하여 미세 주파수 추적을 수행한다. 미세 심볼 동기 추적기(1942)는 동기화 프리앰블을 이용하여 심볼 동기 추적을 수행한다. 그리고 저장기(1930)는 현재 셀의 동기 정보와 셀 정보를 각각 저장하는 동기 정보 저장기(1931) 및 셀 정보 저장기(1922)로 이루어진다.

<143> 인접 셀 탐색 시에는 초기 동기 추정기(1910) 및 셀 탐색기(1920)에서 동기 정보 저장기(1931)와 셀 정보 저장기(1932)에 저장된 현재 셀 정보에 해당하는 점을 제외하여 인접 셀의 동기화와 셀 탐색이 수행된다.

<144> 그리고 시간 및 주파수 동기 추정기(1913)는 주파수 동기 추정기(1913a) 및 미세 심볼 동기 추정기(1913b)로 이루어질 수 있다. 주파수 동기 추정기(1913a)는 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하고 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 미세 주파수 동기를 추정한다. 미세 심볼 동기 추정기(1913b)는 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 심볼 동기를 추정한다. 또한, 앞에서 설명한 것처럼 미세 심볼 동기 추정기(1913b)와 미세 심볼 동기 추적기(1942)는 하나의 장치로 공유될 수도 있고,

주파수 동기 추정기(1913a)와 주파수 동기 추적기(1941)도 하나의 장치로 공유될 수도 있다.

<145> 도 20에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 동기화 장치(2000)는 도 19와 같이 초기 동기 추정기(2010), 셀 탐색기(2020), 저장기(2030), 그리고 시간 및 주파수 동기 추정기(2040)를 포함한다. 도 20에 나타낸 동기화 장치(2000)는 초기 동기 추정기(2010)를 제외하면 도 19에 나타낸 동기화 장치(1900)와 동일한 구조를 가진다.

<146> 자세하게 설명하면, 초기 동기 추정기(2010)는 초기 심볼 동기 추정기(2011), 슬롯 동기 추정기(2012), 프레임 동기 추정기(2013), 그리고 시간 및 주파수 동기 추정기(2014)를 포함한다. 초기 심볼 동기 추정기(2011)는 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP)를 이용하여 초기 심볼 동기를 추정하며, 슬롯 동기 추정기(2012)는 초기 심볼 동기 추정기(2011)에서 추정된 심볼 동기 및 각 셀마다 공통인 파일럿의 패턴을 이용하여 슬롯 동기를 추정한다. 프레임 동기 추정기(2013)는 슬롯 동기 추정기(2012)에서 추정된 슬롯 동기 및 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 프레임 동기를 추정하며, 시간 및 주파수 동기 추정기(2014)는 프리앰블의 동기화 프리앰블과 셀 탐색 프리앰블을 이용하여 시간 및 주파수 동기를 추정한다. 시간 및 주파수 동기 추정기(2014)에서 심볼 동기 및 주파수 동기를 맞춘 후, 셀 탐색기(2020)는 셀 탐색 프리앰블과 파일럿의 셀마다 고유한 패턴을 각각 또는 같이 이용하여 셀 탐색을 수행한다.

<147> 그리고 시간 및 주파수 동기 추정기(2014)는 주파수 동기 추정기(2014a) 및 미세 심볼 동기 추정기(2014b)로 이루어지며, 미세 심볼 동기 추정기(2014b)에는 안테나 신호 선택 결합기(2014c)가 포함될 수 있다. 주파수 동기 추정기(2014a)는 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하고 셀 탐색 프리앰블 부분을 이용하여 미

세 주파수 동기를 추정한다. 미세 심볼 동기 추정기(2014b)는 프리앰블의 동기화 프리앰블을 이용하여 심볼 동기를 추정한다.

<148> 시간 및 주파수 동기 추적기(2040)는 주파수 동기 추적기(2041) 및 미세 심볼 동기 추적기(2042)로 이루어지며, 도 19의 시간 및 주파수 동기 추적기(1940)와 동일한 기능을 한다. 저장기(2030)는 동기 정보 저장기(2031) 및 셀 정보 저장기(2032)로 이루어지며 도 19의 저장기와 동일한 기능을 한다. 인접 셀 탐색 시에는 초기 동기 추정기(2010) 및 셀 탐색기(2020)에서 동기정보 저장기(2031)와 셀 정보 저장기(2032)에 저장된 현재 셀 정보에 해당하는 점을 제외하여 인접 셀의 동기화와 셀 탐색을 수행한다.

<149> 도 20에서, 하향링크 송신 안테나가 하나 이상일 때는 도 20의 동기화 장치(2000)는 안테나 전력 비교기(2050)를 더 포함할 수 있으며, 미세 심볼 동기 추정기(2014b) 및 셀 탐색기(2020)는 각각 안테나 신호 선택 결합기(2014c, 2021)를 더 포함할 수 있다. 안테나 전력 비교기(2050)는 송신 안테나의 파일럿 전력을 추정 및 비교하고, 안테나 신호 선택 결합기(2014c, 2021)는 안테나 별로 처리한 결과를 선택 및 결합하여 사용한다.

<150> 다음, 도 21을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 기지국의 하향링크 신호 구성 장치에 대해서 상세하게 설명한다. 도 21은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 기지국의 하향링크 신호 구성 장치의 개략적인 블록도이다.

<151> 도 21에 나타낸 바와 같이, 하향링크 신호 구성 장치(2100)는 프리앰블 발생기(2110), 파일럿 패턴 발생기(2120) 및 시간-주파수-안테나 매핑기(2130)를 포함한다. 프리앰블 발생기(2110)는 외부로부터 셀 번호 정보를 받아 프리앰블을 발생시키며, 동기

화 프리앰블 발생기(2111) 및 셀 탐색 프리앰블 발생기(2112)를 포함한다. 동기화 프리앰블 발생기(2111)는 셀 번호 정보를 받아 동기화 프리앰블 패턴을 발생시키며, 셀 탐색 프리앰블 발생기(2112)는 셀 번호 정보를 받아 셀 탐색 프리앰블 패턴을 발생시킨다. 파일럿 패턴 발생기(2120)는 셀 번호 정보를 입력받아 송신 안테나 별로 파일럿 패턴을 발생시킨다. 시간-주파수-안테나 매핑기(2130)는 외부로부터 프리앰블-송신 안테나 매핑 정보, 파일럿 부반송파 그룹-송신 안테나 매핑 정보, 프레임 구조 정보 및 전송 트랙픽 데이터를 수신하고, 이 데이터를 시간, 주파수 및 안테나로 매핑하여 각 송신 안테나(2102) 별 OFDM 송신기(2101)로 출력한다.

<152> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

【발명의 효과】

<153> 이와 같이 본 발명에 의하면, OFDMA 기반의 이동 통신 시스템의 하향링크에서의 초기 동기화, 셀 탐색, 인접 셀 탐색에 적합한 프리앰블과 파일럿 구조를 제공할 수 있다. 그리고 이를 사용하여 초기 심볼 동기, 슬롯 동기, 프레임 동기, 심볼 동기 및 셀 탐색을 순차적으로 할 수 있으며, 적은 계산량으로도 OFDMA 기반의 이동 통신 시스템에서 하향링크 동기화 및 셀 탐색을 수행할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

이동 통신 시스템에서 하향링크 신호를 구성하는 장치에 있어서,

시간 및 주파수 동기화를 위해, 제1 및 제2 심볼로 이루어지는 제1 프리앰블에서 상기 제1 및 제2 심볼의 위상차가 180° 가 되도록 상기 제1 프리앰블을 발생시키는 제1 프리앰블 발생기,

샘 탐색을 위해, 적어도 하나의 전송 심볼로 이루어지는 제2 프리앰블이 복수의 셀에 대해 셀마다 고유한 패턴을 가지도록 상기 제2 프리앰블을 발생시키는 제2 프리앰블 발생기, 그리고

시간축과 주파수축으로 분산되는 복수의 파일럿 심볼에 할당되는 파일럿 패턴을 발생시키는 파일럿 패턴 발생기

를 포함하며,

상기 하향링크 신호의 한 프레임은 상기 제1 및 제2 프리앰블을 가지는 제1 슬롯, 그리고 상기 복수의 파일럿 심볼이 분산되어 있는 복수의 제2 슬롯을 포함하는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 제1 심볼은 일정 시간 주기마다 반복되는 심볼이며, 상기 제2 심볼은 상기 제1 심볼의 위상을 180° 회전한 심볼의 일부분인 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 제1 심볼은 상기 전송 심볼의 길이와 주기적 프리픽스(cyclic prefix)의 길이의 차이에 해당하는 유효 심볼 길이를 가지며,

상기 제2 심볼은 상기 제1 심볼의 위상을 180° 회전한 심볼에서 앞서서부터 상기 주기적 프리픽스 길이 만큼에 해당하는 부분인 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 제2 프리앰블 발생기는,

송신되는 시간, 송신되는 부반송파 및 신호 패턴에 따라 구분되는 복수의 제2 프리앰블로 이루어지는 제2 프리앰블 집합에서,

상기 이동 통신 시스템에서의 셀의 수가 상기 제2 프리앰블의 수 이하이면 각 셀마다 고유한 제2 프리앰블을 할당하고, 상기 셀의 수가 상기 제2 프리앰블의 수보다 많으면 상기 셀을 상기 제2 프리앰블의 수만큼의 셀로 그룹화하여 셀마다 고유한 제2 프리앰블을 할당하는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 제2 프리앰블 발생기는, 서로 다른 두 제2 프리앰블에서, 상기 제2 프리앰블이 신호를 전송하는 심볼 중 적어도 하나의 심볼에서, 하나의 제2 프리앰블이 신호를 전

송하는 부반송파에서는 다른 제2 프리앰블은 신호를 전송하지 않도록 상기 제2 프리앰블을 생성하는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 6】

제4항에 있어서,

상기 제2 프리앰블 발생기는,

서로 다른 그룹에 속하는 두 제2 프리앰블에서, 상기 제2 프리앰블이 신호를 전송하는 심볼 중 적어도 하나의 심볼에서, 하나의 제2 프리앰블이 신호를 전송하는 부반송파에서는 다른 셀 탐색 프리앰블은 신호를 전송하지 않도록 하고,

동일한 그룹에 속하는 두 제2 프리앰블에는 같은 전송 심볼에서 같은 부반송파를 사용하고 미리 정해진 수신 신호 처리 방법을 사용하여 구분할 수 있는 신호 패턴을 할당하는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 파일럿 심볼은 미리 정해진 전송 심볼 위치와 해당 전송 심볼에서 미리 정해진 부반송파에서 전송되며,

상기 파일럿 패턴 발생기는 상기 파일럿 심볼이 전송되는 전송 심볼의 부반송파에 전송되는 신호 패턴에 따라 구분될 수 있는 파일럿 패턴의 집합을 형성하고, 상기 이동 통신 시스템에서 셀의 수가 파일럿 패턴의 수 이하이면 셀마다 고유한 파일럿 패턴을 할당하고 상기 셀의 수가 파일럿 패턴의 수보다 많으면 상기 파일럿 패턴의 수만큼의 셀을

그룹화하여 한 그룹 내에서는 서로 다른 파일럿 패턴을 할당하는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 파일럿 패턴은 상기 파일럿 패턴 집합 내의 파일럿 패턴에 공통되는 제1 패턴 및 상기 파일럿 패턴 집합 내의 파일럿 패턴이 서로 구분할 수 있는 제2 패턴을 포함하는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 9】

제1항에 있어서,

상기 파일럿 슬롯은 송신 안테나 별로 시간축 및 주파수축으로 분산되어 있는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

서로 다른 송신 안테나의 파일럿 심볼을 전송하는 부반송파는 서로 다른 위치에 형성되며, 한 전송 심볼 내의 부반송파에 걸쳐 파일럿 패턴은 복수의 송신 안테나에 대해 동일한 것을 특징으로 하는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

인접한 두 셀에서, 상기 두 셀에 공통으로 최대 송신 안테나 수만큼의 파일럿 심볼을 전송하는 부반송파 그룹을 형성하고 상기 두 셀의 부반송파 그룹에서 각 송신 안테나에 해당하는 파일럿 심볼의 매핑을 다르게 형성하는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 파일럿 심볼의 매핑은 일정 주기마다 변경되는 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 13】

이동 통신 시스템의 하향링크 신호를 동기화하는 장치에 있어서,

상기 하향링크 신호의 한 프레임은, 시간 및 주파수 동기를 맞추기 위한 제1 프리앰블 및 셀 탐색을 위해 셀마다 고유한 패턴을 가지는 제2 프리앰블을 포함하는 제1 슬롯, 그리고 복수의 파일럿 심볼이 시간축과 주파수축으로 분산되어 있는 복수의 제2 슬롯을 포함하며,

상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스를 이용하여 초기 심볼 동기를 추정하는 초기 심볼 동기 추정기, 상기 초기 심볼 동기 추정기에서 추정된 심볼 동기 및 상기 제1 프리앰블을 이용하여 프레임 동기를 추정하는 프레임 동기 추정기, 및 상기 추정된 프레임 동기와 제1 및 제2 프리앰블을 이용하여 미세 심볼 동기 및 주파수 동기를 추정하는 시간 및 주파수 동기 추정기를 포함하는 초기 동기 추정기, 그리고

상기 초기 동기 추정기에서 심볼 동기와 주파수 동기가 맞추어진 후 상기 제2 프리앰블의 셀마다 고유한 패턴을 이용하여 셀 탐색을 수행하는 셀 탐색기를 포함하는 동기화 장치.

【청구항 14】

제13항에 있어서,

상기 초기 심볼 동기 추정기는 1개의 전송 심볼 구간동안 상기 전송 심볼의 주기적 프리픽스와 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 위치를 심볼 타이밍으로 추정하는 동기화 장치.

【청구항 15】

제13항에 있어서,

상기 제1 프리앰블은 유효 심볼 길이를 가지는 제1 심볼 및 상기 제1 심볼을 180° 위상 회전시킨 심볼의 일부에 해당하는 제2 심볼을 포함하는 동기화 장치.

【청구항 16】

제15항에 있어서,

상기 프레임 동기 추정기는,

상기 수신 신호를 상기 유효 심볼 길이만큼 지연시키는 지연기,

상기 지연기에서 지연된 신호의 상관값과 상기 수신 신호의 이동 평균을 계산하는 이동 평균기, 그리고

상기 이동 평균의 실수부의 부호를 검출하여 상기 실수부의 부호가 -1이 되고 절대치가 최대인 타이밍을 프레임 타이밍으로 결정하는 부호 검출 및 비교기를 포함하는 동기화 장치.

【청구항 17】

제13항에 있어서,

상기 시간 및 주파수 동기 추정기는,

상기 제1 프리앰블의 패턴을 저장하는 프리앰블 저장기,

상기 하향링크 신호와 상기 제1 프리앰블 패턴의 상관값을 계산하는 상관기, 그리

고

상기 상관값이 최대가 되는 점을 추정하여 미세 심볼 동기를 추정하는 비교기를 포함하는 동기화 장치.

【청구항 18】

제13항에 있어서,

상기 제2 슬롯에서 상기 파일럿 심볼의 파일럿 패턴은 셀마다 공통인 제1 패턴 및 셀마다 다른 제2 패턴을 포함하며,

상기 초기 동기 추정기는 상기 초기 심볼 동기 추정기에서 추정된 심볼 동기 및 상기 제1 패턴을 이용하여 슬롯 동기를 추정하는 슬롯 동기 추정기를 더 포함하며,

상기 프레임 동기 추정기는 상기 슬롯 동기 추정기에서 추정된 슬롯 동기와 상기 제1 프리앰블을 이용하여 프레임 동기를 추정하는 동기화 장치.

【청구항 19】

제18항에 있어서,

상기 슬롯 동기 추정기는,

상기 추정된 심볼 동기를 이용하여 상기 하향링크 신호를 푸리에 변환하여 셀 공통 파일럿 신호를 선택하는 셀 공통 파일럿 선택기,

상기 공통 파일럿 신호와 상기 제1 패턴의 상관값을 계산하는 상관기, 그리고
상기 상관값을 최대로 하는 점을 슬롯 타이밍으로 선택하여 슬롯 동기를 추정하는
비교기
를 포함하는 동기화 장치.

【청구항 20】

제18항에 있어서,

상기 제2 슬롯에서 상기 파일럿 슬롯은 송신 안테나 별로 시간축 및 주파수축으로
분산되어 있으며,

상기 추정된 초기 심볼 동기를 이용하여 각 송신 안테나 별로 신호 전력을 추정하
고 상기 신호 전력을 미리 정해진 기준치와 비교하는 안테나 전력 비교기, 그리고

상기 기준치보다 큰 전력을 갖는 송신 안테나의 제1 패턴을 선택 또는 결합하여
상기 슬롯 동기 추정기에서 슬롯 동기를 추정하도록 하는 안테나 신호 선택/결합기
를 더 포함하는 동기화 장치.

【청구항 21】

제18항에 있어서,

상기 초기 심볼 동기 추정기는 상기 전송 심볼의 주기적 프리픽스와 유효 심볼의 자기상관 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 자기상관 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 심볼 동기를 추정하며,

상기 슬롯 동기 추정기는 상기 추정한 인접 셀의 심볼 동기 및 상기 제1 패턴을 이용하여 상관을 추정하고 상기 상관 결과에서 현재 셀에 해당하는 지점을 제외하여 인접 셀의 슬롯 동기를 추정하며,

상기 프레임 동기 추정기는 추정한 인접 셀의 슬롯 동기 및 상기 제1 프리앰블의 자기상관 결과에서 현재 셀의 프레임 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 자기상관 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 프레임 동기를 추정하며,

상기 시간 및 주파수 동기 추정기는 상기 하향링크 신호와 상기 제1 프리앰블 패턴의 상관 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 상관 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 미세 심볼 동기를 추정하는 동기화 장치.

【청구항 22】

제21항에 있어서,

상기 셀 탐색기는 상기 셀 탐색 결과에서 현재 셀에 해당하는 결과를 제외하여 인접 셀 탐색을 수행하는 동기화 장치.

【청구항 23】

제13항에 있어서,

상기 초기 심볼 동기 추정기는 상기 전송 심볼의 주기적 프리픽스와 유효 심볼의 자기상관 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 자기상관 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 심볼 동기를 추정하며,

상기 프레임 동기 추정기는 추정한 인접 셀의 심볼 동기 및 상기 제1 프리앰블의 자기상관 결과에서 현재 셀의 프레임 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 자기상관 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 프레임 동기를 추정하며,

상기 시간 및 주파수 동기 추정기는 상기 하향링크 신호와 상기 제1 프리앰블 패턴의 상관 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 상관 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 미세 심볼 동기를 추정하는 동기화 장치.

【청구항 24】

제23항에 있어서,

상기 셀 탐색기는 상기 셀 탐색 결과에서 현재 셀에 해당하는 결과를 제외하여 인접 셀 탐색을 수행하는 동기화 장치.

【청구항 25】

이동 통신 시스템의 하향링크 신호를 동기화하고 셀을 탐색하는 방법에 있어서,

상기 하향링크 신호의 한 프레임은, 유효 심볼 길이를 가지는 제1 심볼과 상기 제1 심볼을 180° 위상 회전시킨 심볼의 일부에 해당하는 제2 심볼을 가지는 제1 프리앰블 및 셀 탐색을 위해 셀마다 고유한 패턴을 가지는 제2 프리앰블을 포함하는 제1 슬롯, 그리고 복수의 파일럿 심볼이 시간축과 주파수축으로 분산되어 있는 복수의 제2 슬롯을 포함하며,

상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스와 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 지점을 심볼 타이밍으로 추정하여 초기 심볼 동기를 추정하는 제1 단계,

상기 추정한 초기 심볼 동기와 상기 제1 및 제2 심볼의 자기상관의 실수부가 음의 부호를 가진다는 특성을 이용하여 프레임 동기를 추정하는 제2 단계,

상기 추정한 프레임 동기와 상기 제1 및 제2 프리앰블을 이용하여 시간 및 주파수 동기를 추정하는 제3 단계, 그리고

상기 제3 단계의 동기화 과정을 거쳐 시간 및 주파수 동기를 맞춘 후 상기 제2 프리앰블을 이용하여 셀 탐색을 수행하는 제4 단계를 포함하는 하향링크 신호의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 26】

제25항에 있어서,

상기 제3 단계는,

상기 하향링크 신호를 반복되는 시간차만큼 지연시킨 신호와 상기 하향링크 신호의 이동 평균의 위상을 검출하여 주파수 오프셋을 추정하는 단계,

상기 제1 프리앰블의 패턴과 상기 하향링크 신호의 상관 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 미세 심볼 동기를 추정하는 단계, 그리고

상기 제2 프리앰블을 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 단계를 포함하는 하향링크 신호의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 27】

제25항에 있어서,

상기 제2 슬롯에서 상기 파일럿 심볼의 파일럿 패턴은 셀마다 공통인 제1 패턴 및 셀마다 다른 제2 패턴을 포함하며,

상기 제2 단계는,

상기 추정된 심볼 동기화 및 상기 제1 패턴을 이용하여 슬롯 동기를 추정하는 단계,
그리고

상기 추정된 슬롯 동기화 및 상기 제1 및 제2 심볼의 자기상관의 실수부가 음의 부호를 가진다는 특성을 이용하여 프레임 동기를 추정하는 단계를 포함하는 하향링크 신호의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 28】

제27항에 있어서,

상기 제2 슬롯에서 상기 파일럿 슬롯은 송신 안테나 별로 시간축 및 주파수축으로 분산되어 있으며,

상기 슬롯 동기를 추정하는 단계는,

상기 추정된 초기 심볼 동기를 이용하여 각 송신 안테나 별로 신호 전력을 추정하는 단계,

상기 추정된 송신 안테나별 신호 전력을 미리 정해진 기준치와 비교하는 단계, 그리고

상기 기준치보다 큰 전력을 갖는 송신 안테나의 상기 제1 패턴을 선택 또는 결합하여 슬롯 동기를 추정하는 단계를 포함하는 하향링크 신호의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 29】

이동 통신 시스템의 하향링크 신호로부터 인접 셀을 동기화하고 탐색하는 방법에 있어서,

상기 하향링크 신호의 한 프레임은, 유효 심볼 길이를 가지는 제1 심볼과 상기 제1 심볼을 180° 위상 회전시킨 심볼의 일부에 해당하는 제2 심볼을 가지는 제1 프리앰블 및 셀 탐색을 위해 셀마다 고유한 패턴을 가지는 제2 프리앰블을 포함하는 제1 슬롯, 그리고 복수의 파일럿 심볼이 시간축과 주파수축으로 분산되어 있는 복수의 제2 슬롯을 포함하며,

상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스와 유효 심볼의 자기상관을 계산하는 제1 단계,

상기 자기상관의 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 자기상관이 최대가 되는 지점을 추정하여 인접 셀의 초기 심볼 동기를 추정하는 제2 단계,

상기 추정된 인접 셀의 초기 심볼 동기를 이용하여 상기 제1 프리앰블의 자기상관을 추정하는 제3 단계,

상기 제3 단계에서 추정된 자기상관의 결과에서 현재 셀의 프레임 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 자기상관의 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 프레임 동기를 추정하는 제4 단계,

상기 추정된 인접 셀의 프레임 동기와 상기 제1 및 제2 프리앰블을 이용하여 인접 셀의 시간 및 주파수 동기를 추정하는 제5 단계, 그리고

상기 제2 프리앰블을 이용하여 셀 탐색을 수행하고 상기 셀 탐색 결과에서 현재 셀에 해당하는 결과를 제외하여 인접 셀을 탐색하는 제6 단계를 포함하는 인접 셀의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 30】

제29항에 있어서,

상기 제5 단계는,

상기 제1 프리앰블을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하는 단계,

상기 제1 프리앰블을 이용하여 심볼 동기 상관을 추정하는 단계,

상기 심볼 동기 상관 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 상관 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 미세 심볼 동기를 추정하는 단계, 그리고

상기 제2 프리앰블을 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 단계를 포함하는 인접 셀의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 31】

제29항에 있어서,

상기 제6 단계는 상기 파일럿 심볼의 셀마다 고유한 패턴을 더 이용하여 셀 탐색을 수행하는 인접 셀의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 32】

이동 통신 시스템의 하향링크 신호로부터 인접 셀을 동기화하고 탐색하는 방법에 있어서,

상기 하향링크 신호의 한 프레임은, 유효 심볼 길이를 가지는 제1 심볼과 상기 제1 심볼을 180° 위상 회전시킨 심볼의 일부에 해당하는 제2 심볼을 가지는 제1 프리앰블 및 셀 탐색을 위해 셀마다 고유한 패턴을 가지는 제2 프리앰블을 포함하는 제1 슬롯, 그리고 복수의 파일럿 심볼이 시간축과 주파수축으로 분산되어 있는 복수의 제2 슬롯을 포함하며, 상기 제2 슬롯에서 상기 파일럿 심볼의 파일럿 패턴은 셀마다 공통인 제1 패턴 및 셀마다 다른 제2 패턴을 포함하며,

상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스와 유효 심볼의 자기상관을 계산하는 제1 단계,

상기 자기상관의 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 자기상관이 최대가 되는 지점을 추정하여 인접 셀의 초기 심볼 동기를 추정하는 제2 단계,

상기 추정된 인접 셀의 심볼 동기를 이용하여 상기 제1 패턴을 신호 처리하는 제3 단계,

상기 제3 단계의 신호 처리 결과에서 현재 셀의 슬롯 위치를 제외하고 상기 신호 처리 결과를 최대로 하는 점을 선택하여 인접 셀의 슬롯 동기를 추정하는 제4 단계,

상기 추정된 인접 셀의 슬롯 동기를 이용하여 상기 제1 프리앰블의 자기상관을 추정하는 제5 단계,

상기 제5 단계에서 추정된 자기상관의 결과에서 현재 셀의 프레임 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 자기상관의 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 프레임 동기를 추정하는 제6 단계,

상기 추정된 인접 셀의 프레임 동기와 상기 제1 및 제2 프리앰블을 이용하여 인접 셀의 시간 및 주파수 동기를 추정하는 제7 단계, 그리고

상기 제2 프리앰블을 이용하여 셀 탐색을 수행하고 상기 셀 탐색 결과에서 현재 셀에 해당하는 결과를 제외하여 인접 셀을 탐색하는 제8 단계를 포함하는 인접 셀의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 33】

제32항에 있어서,

상기 제7 단계는,

상기 제1 프리앰블을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하는 단계,

상기 제1 프리앰블을 이용하여 심볼 동기 상관을 추정하는 단계,

상기 심볼 동기 상관 결과에서 현재 셀의 심볼 시작 위치에 해당하는 결과를 제외하고 상기 상관 결과가 최대로 되는 점을 추정하여 인접 셀의 미셀 심볼 동기를 추정하는 단계, 그리고

상기 제2 프리앰블을 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 단계를 포함하는 인접 셀의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 34】

제32항에 있어서,

상기 제8 단계는 상기 파일럿 심볼의 셀마다 고유한 패턴을 더 이용하여 셀 탐색을 수행하는 인접 셀의 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 35】

이동 통신 시스템에서 하향링크 신호를 구성하는 방법에 있어서,

제 1 심볼과 상기 제1 심볼에 대해 위상차가 180° 인 제2 심볼을 포함하는 제1 프리앰블을 생성하는 제1 단계,

복수의 셀에 대해 셀마다 고유한 패턴을 가지는 제2 프리앰블을 생성하는 제2 단계,

상기 제1 및 제2 프리앰블을 하나의 제1 슬롯으로 생성하는 제3 단계,

복수의 파일럿 심볼을 시간축 및 주파수축을 분산시켜 배열하여 제2 슬롯을 생성하는 제4 단계를 포함하는 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 36】

제35항에 있어서,

상기 제2 단계는, 서로 다른 두 제2 프리앰블에서, 상기 제2 프리앰블이 신호를 전송하는 심볼 중 적어도 하나의 심볼에서, 하나의 제2 프리앰블이 신호를 전송하는 부반송파에서는 다른 제2 프리앰블은 신호를 전송하지 않도록 상기 제2 프리앰블을 생성하는 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 37】

제35항에 있어서,

상기 제2 단계는,

그룹화된 셀 탐색 프리앰블 집합에서 서로 다른 그룹에 속하는 두 제2 프리앰블에서, 상기 제2 프리앰블이 신호를 전송하는 심볼 중 적어도 하나의 심볼에서 하나의 제2 프리앰블이 신호를 전송하는 부반송파에서는 다른 제2 프리앰블은 신호를 전송하지 않도록 하고,

동일한 그룹에 속하는 두 제2 프리앰블에는 같은 전송 심볼에서 같은 부반송파를 사용하고 미리 정해진 수신 신호 처리 방법을 사용하여 구분할 수 있는 신호 패턴을 할당하는 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 38】

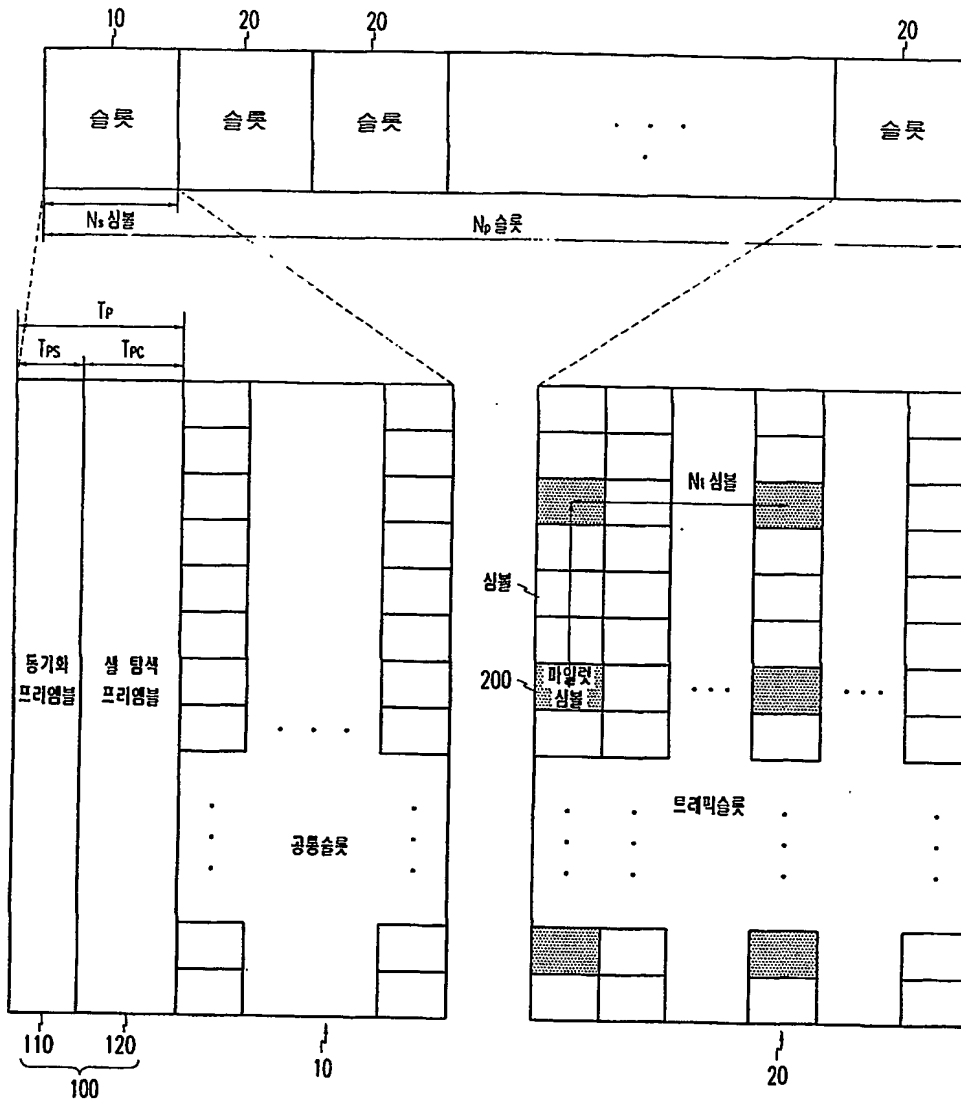
제35항에 있어서,

상기 제4 단계는,

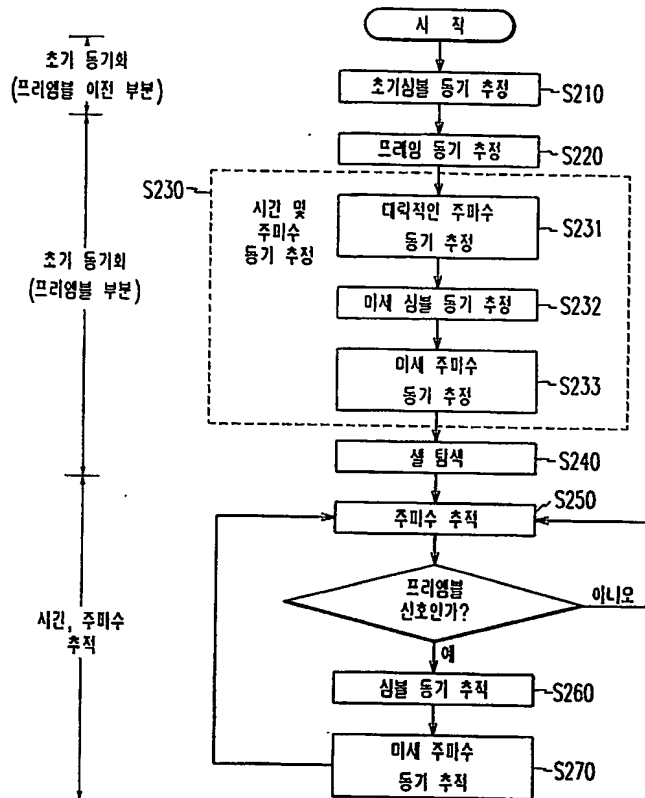
상기 파일럿 심볼이 전송되는 전송 심볼의 부반송파에 전송되는 신호 패턴에 따라 구분될 수 있는 파일럿 패턴의 집합을 형성하고 셀마다 고유한 파일럿 패턴을 할당하는 하향링크 신호 구성 방법.

【도면】

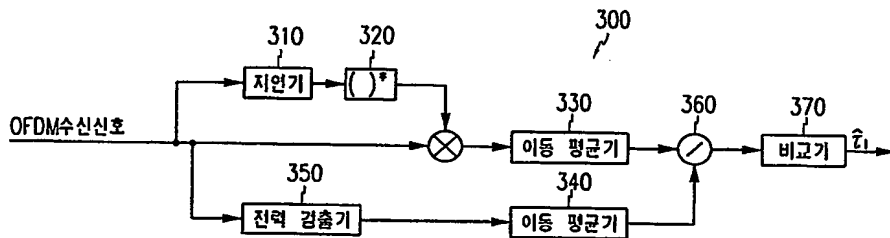
【도 1】



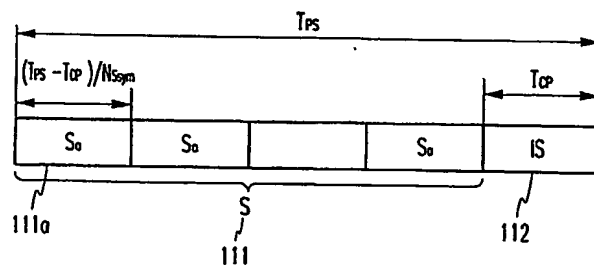
【도 2b】



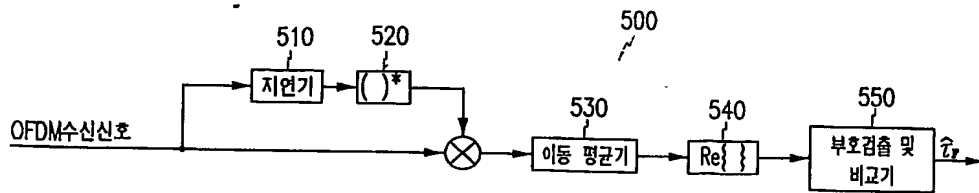
【도 3】



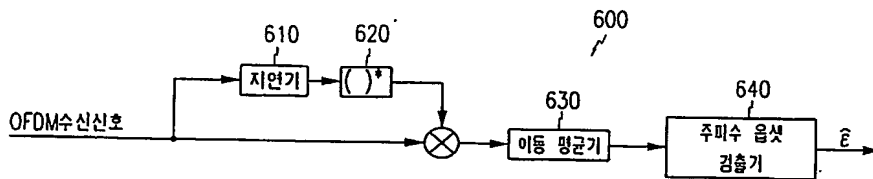
【도 4】



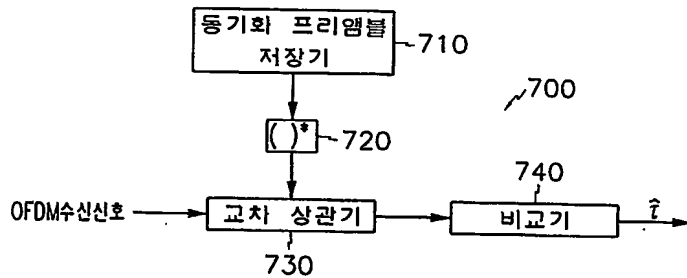
【도 5】



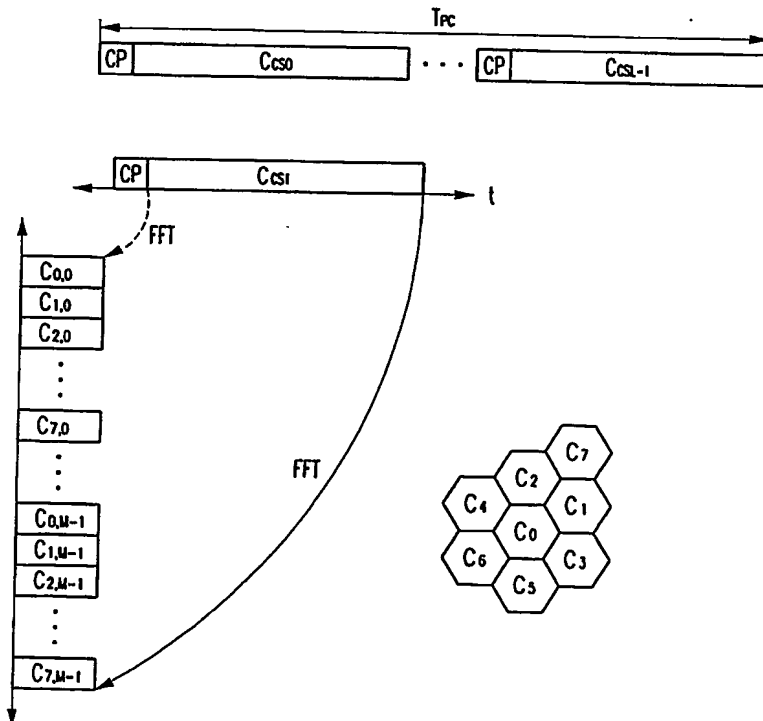
【도 6】



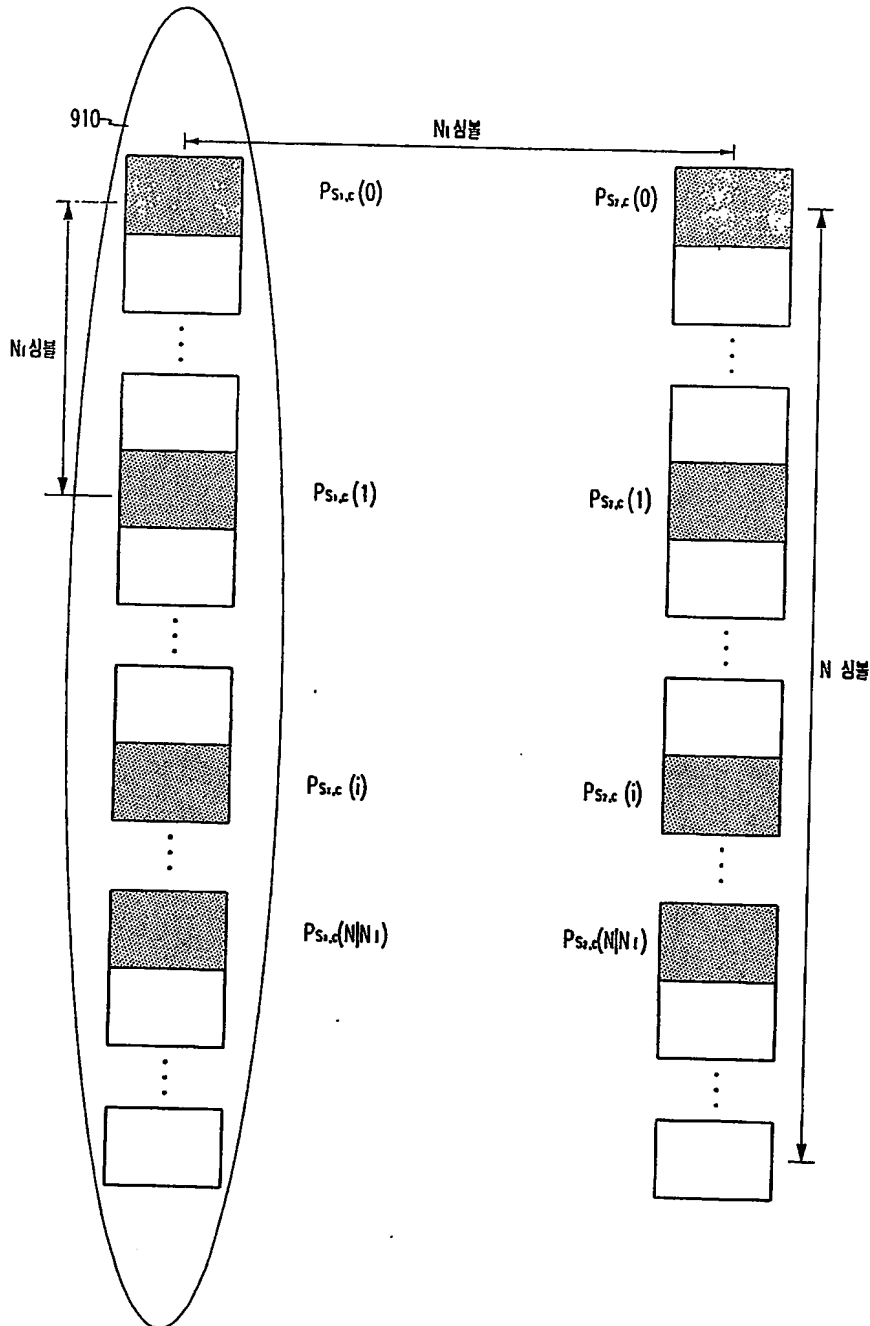
【도 7】



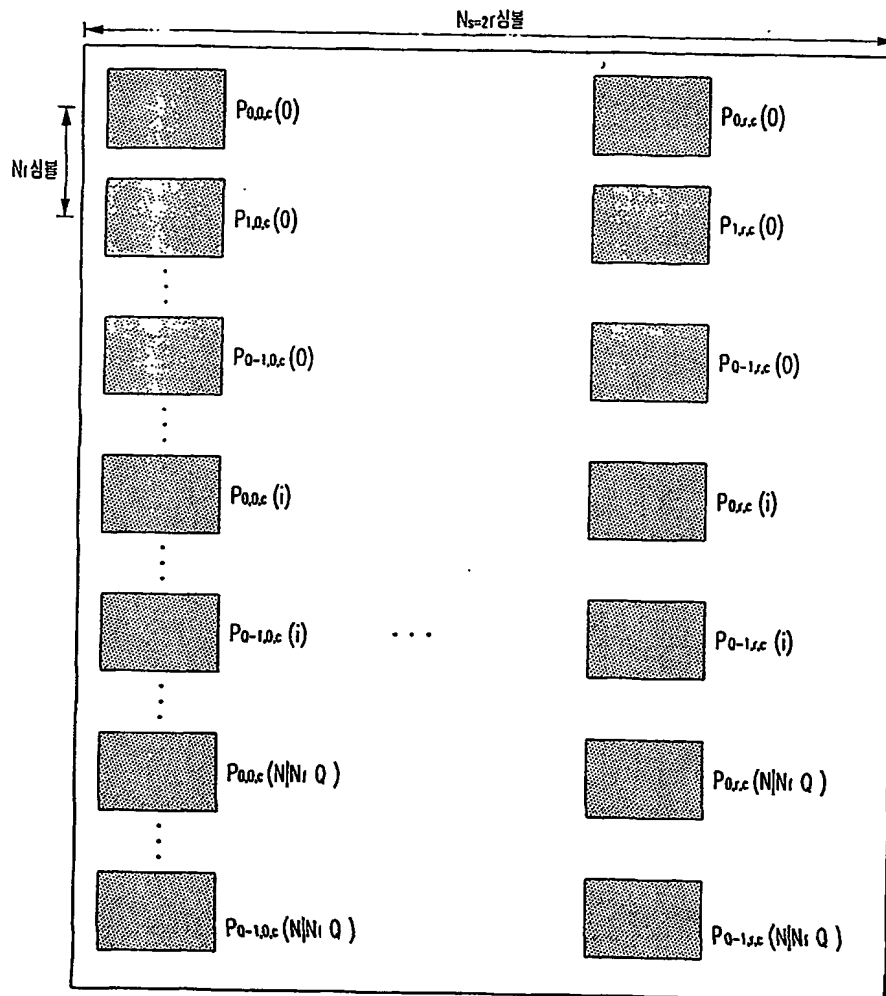
【도 8】



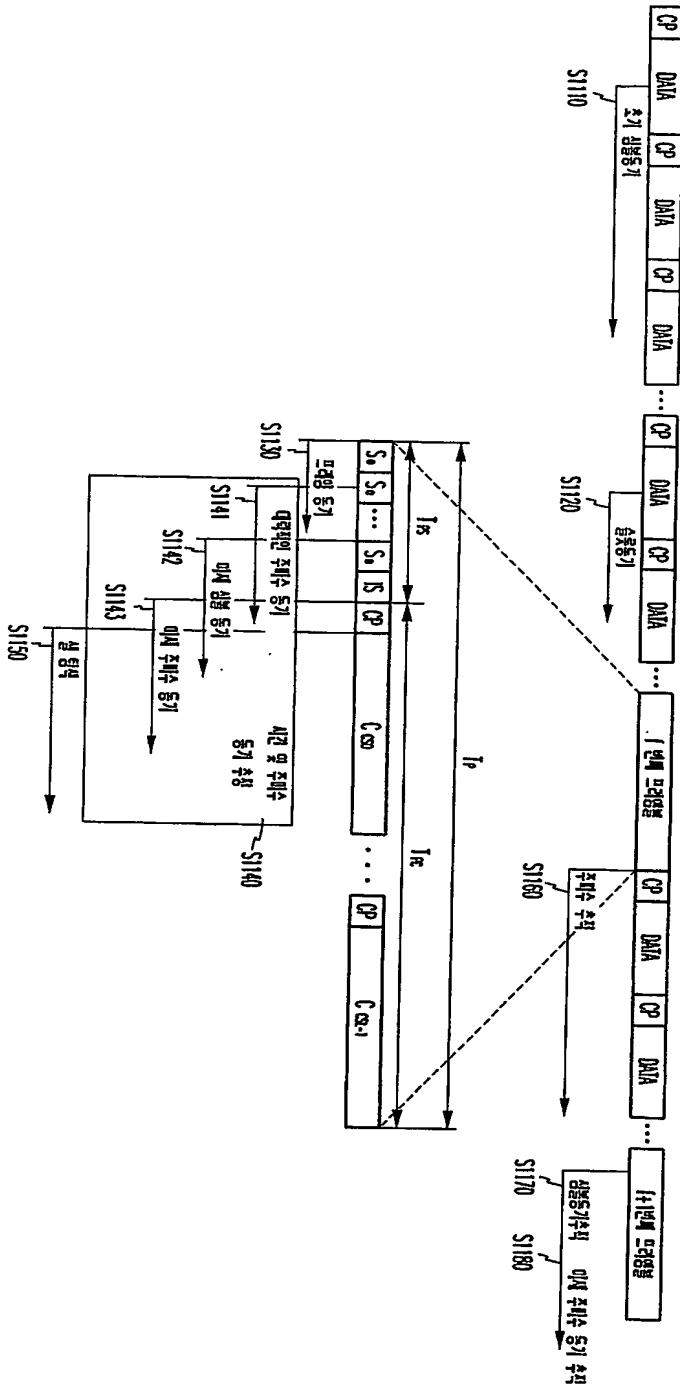
【도 9】



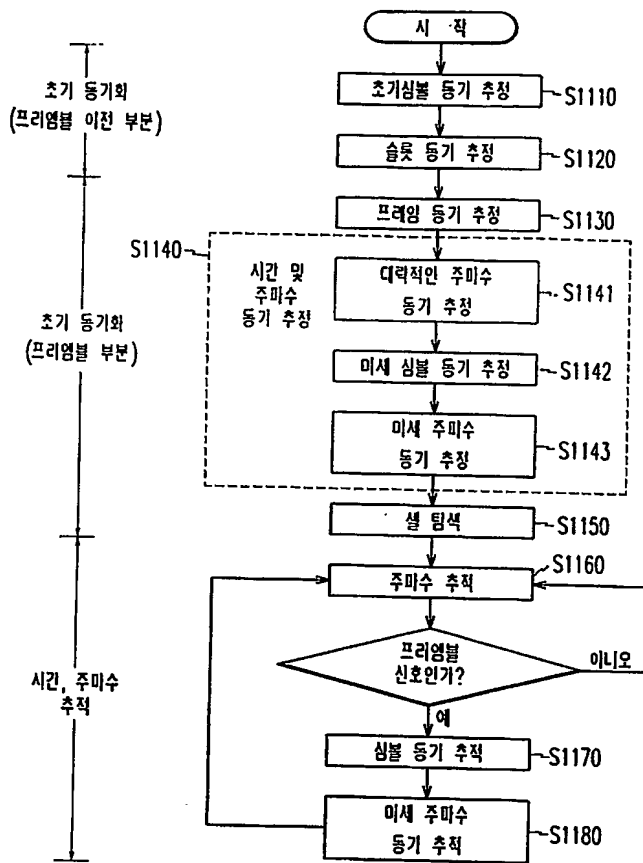
【도 10】



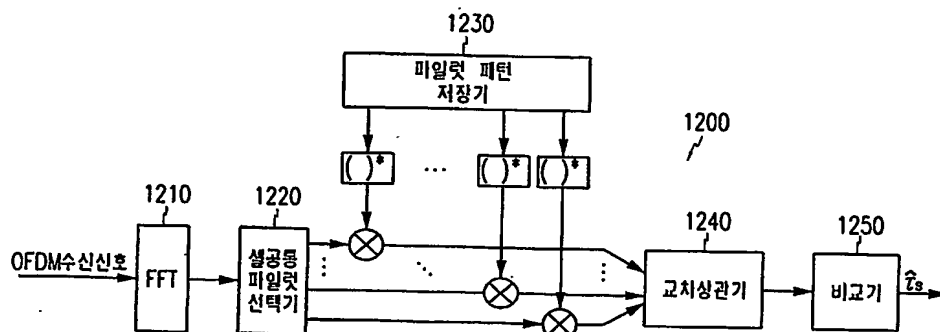
【도 11a】



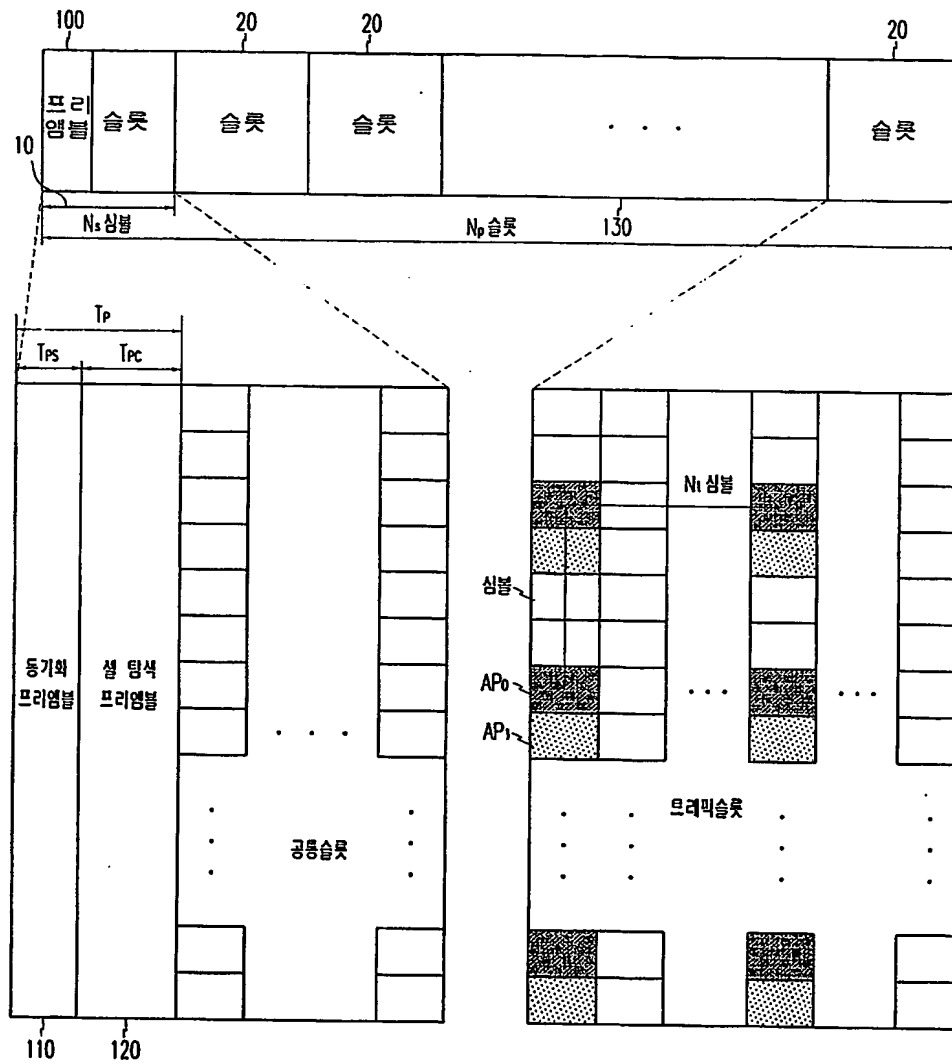
【도 11b】



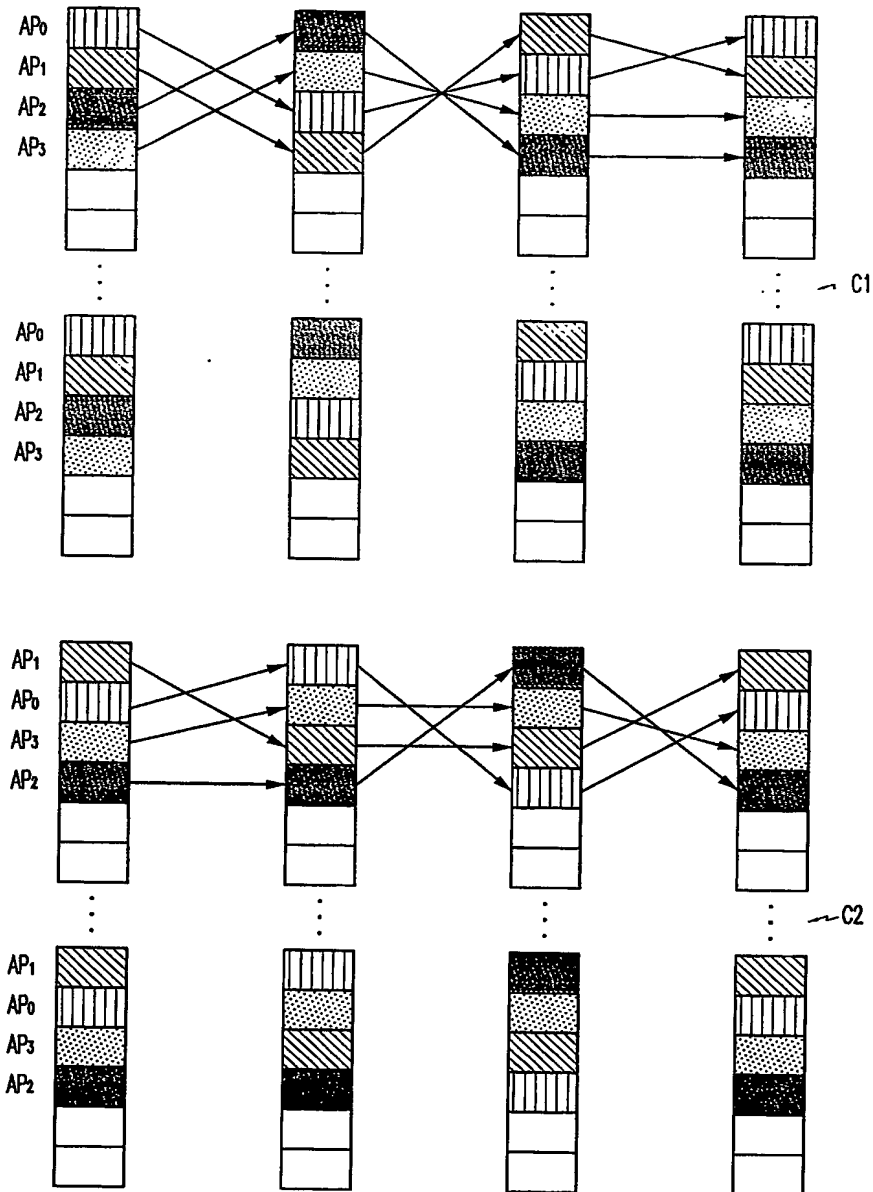
【도 12】



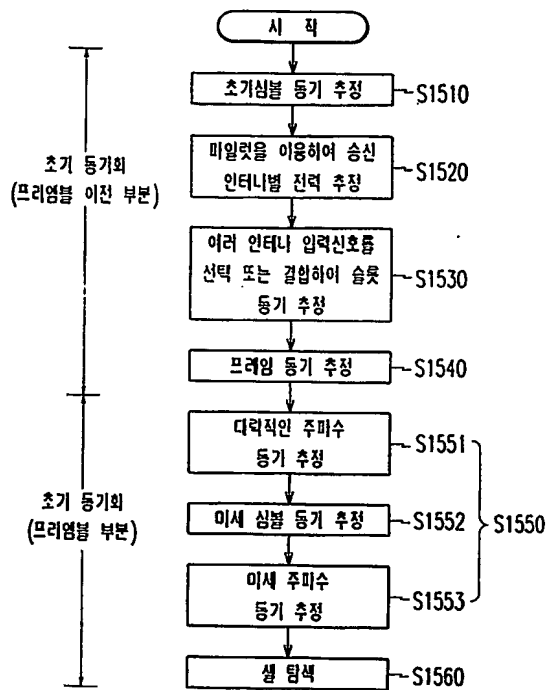
【도 13】



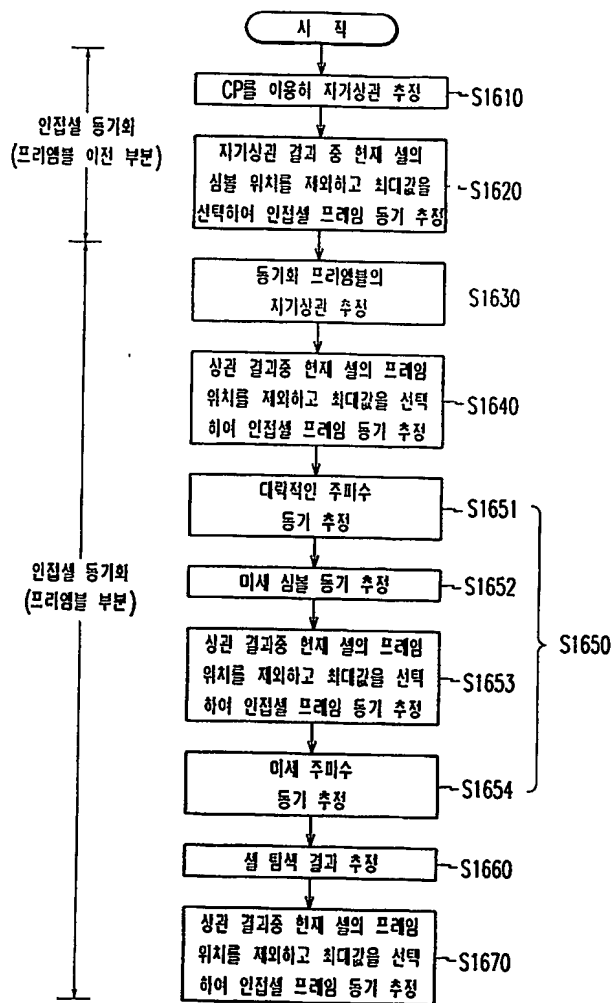
【도 14】



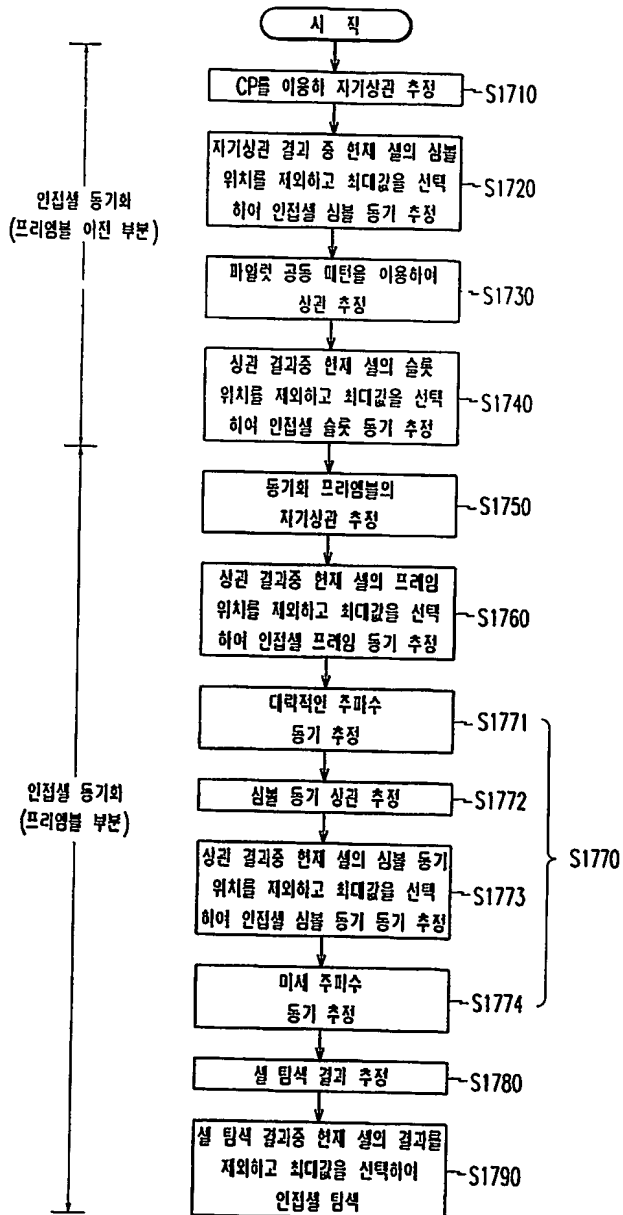
【도 15】



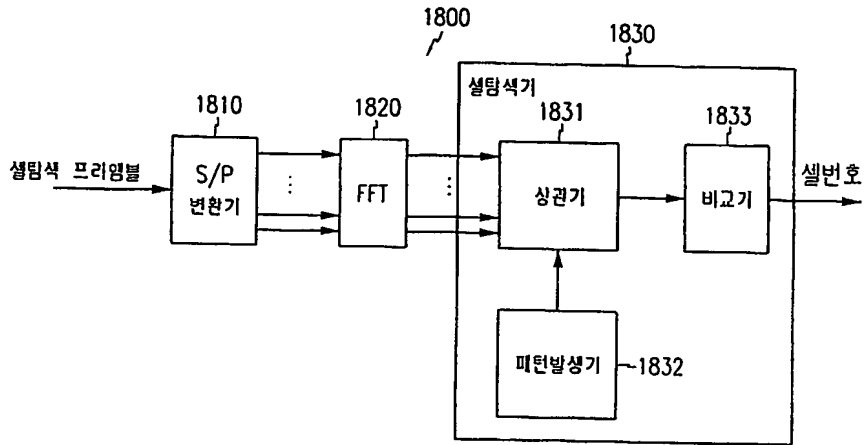
【도 16】



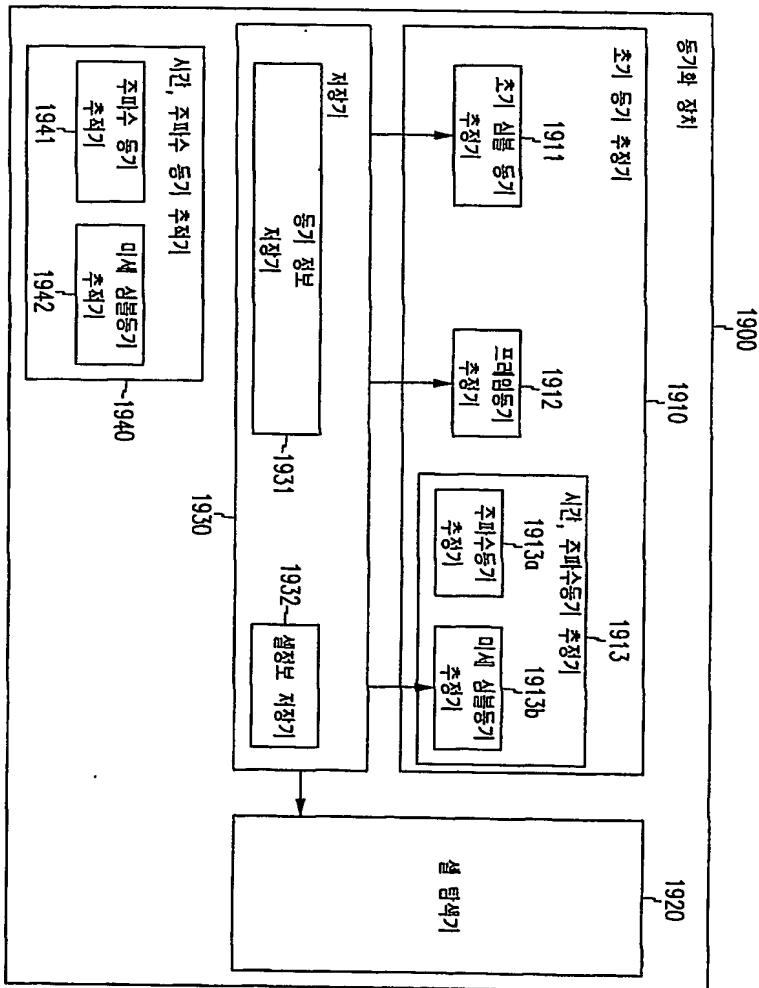
【도 17】



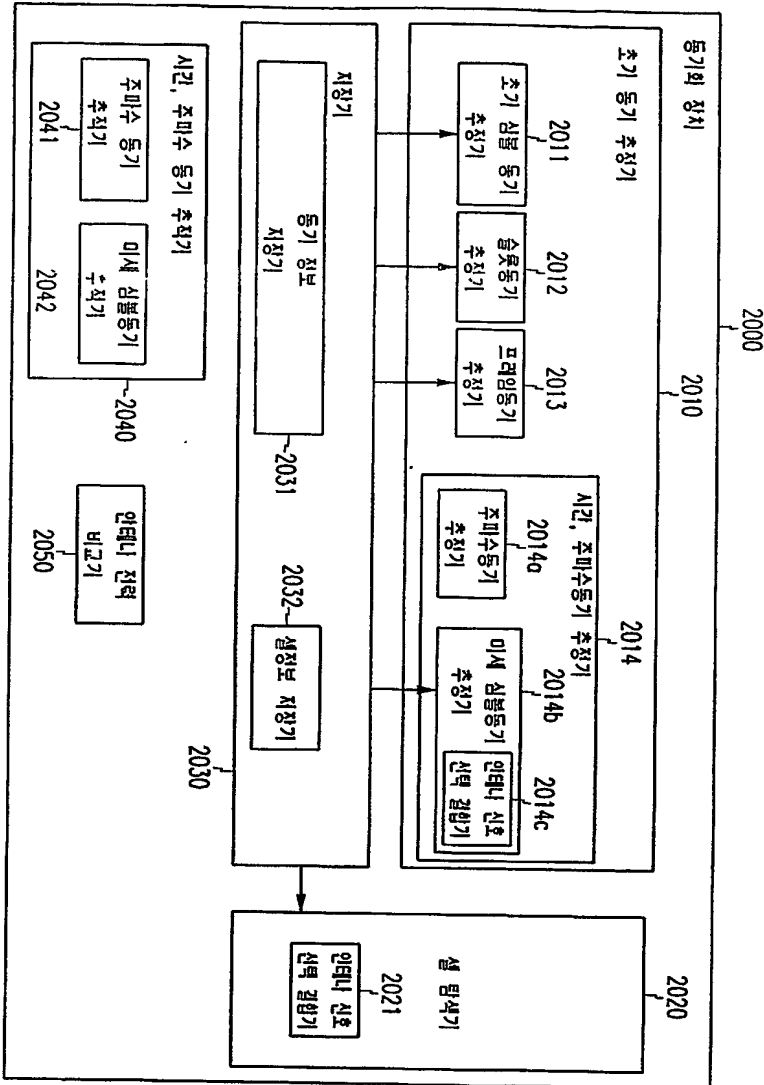
【도 18】



【도 19】



【도 20】



【도 21】

